Über die Veränderung der Leberhöhe bei körperlicher Belastung

INAUGURALDISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde der

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

DER UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

vorgelegt von

Wiltrud Schillo, geb. Schirra

Saarbrücken

1974

Aus der Kinderklinik der Universitat des Saarlandes
Direktor: Professor Dr. med. J. B. Mayer

Über die Veränderung der Leberhöhe bei körperlicher Belastung

I N A U G U R A L D I S S E R T A T I O N
zur Erlangung der Doktorwürde
der
HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

1974

vorgelegt von

Wiltrud Schillo, geb. Schirra
geb. am 9.6.1943 in Völklingen

Dekan: Prof. Dr. med. G. A. Jutzler
Referenten: Prof. Dr. med. J. B. Mayer
Prof. Dr. med. K. F. Weinges

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Tag der mündlichen Prüfung: 9. August 1974

Über die Veränderung der Leberhöhe bei körperlicher Belastung

		Seite
1.	Untersuchung des Kranken als ärztliche Aufgabe	1
1.1.	Bestimmung der Leberhöhe	1
1.2.	Bestimmung der Leberhöhe bei körperlicher Anstrengung	2
2.	Methoden und Material zu Bestimmung der Leberhöhe	3
2.1.	Methoden zur Bestimmung der Leberhöhe	3
2.1.1.	Palpation	3
2.1.2.	Perkussion	4
2.1.3.	Kratzauskultation	5
2.2.	Probanden	6
2.3.	Arten der körperlichen Belastung	6
2.4.	Statistische Auswertmethoden	9
2.4.1.	Chi - Quadrat - Test	10
2.4.2.	Korrelation	10
2.4.3.	Nichtlinearer Korrelationskoeffizient eta	11
3.	Ergebnisse der Untersuchungen über die Veränderung der Leberhöhe	12
3.1.	Voruntersuchungen an Kindern im Alter von 5 bis 12 Jahren	12
3.2.	Untersuchungsergebnisse vor der Belastung	12
3.2.1.	Abhängigkeit der Leberhöhe von der Körpergröße	13
3.2.2.	Abhängigkeit der Leberhöhe vom Lebensalter	19

Seite

3.2.3. Abhängigkeit der Leberhöhe vom Körpergewicht 21

3.3. Veränderung der Leberhöhe bei Belastung 26

3.3.1. Einfluß der Leberhöhe auf die Leberhöhenveränderung 28

3.3.2. Einfluß der Körpergröße auf die Leberhöhenveränderung 42

3.3.3. Einfluß des Lebensalters auf die Leberhöhenveränderung 46

3.3.4. Einfluß des Körpergewichtes auf die Leberhöhenveränderung 46

3.3.5. Einfluß des Geschlechtes auf die Leberhöhenveränderung 46

3.3.6. Einfluß des Körperbaus auf die Leberhöhenveränderung 51

3.3.7. Einfluß des Untersuchungszeitpunktes auf die Leberhöhenveränderung 55

4. Diskussion 57

4.1. Reproduzierbarkeit der Untersuchungsmethoden zur Bestimmung der Leberhöhe 57

4.2. Veränderung der Leberhöhe nach körperlicher Anstrengung 58

5. Zusammenfassung 60

Literaturverzeichnis

Lebenslauf

Über die Veränderung der Leberhöhe bei körperlicher Belastung

1. Die Untersuchung des Kranken als ärztliche Aufgabe

Die intensive Beschäftigung des Arztes mit dem kranken Patienten wird immer häufiger vernachlässigt zugunsten der apparativen Laboratoriumsmethoden, die immer stärker in den Vordergrund der Krankenuntersuchung treten. Um die Diagnose exakt stellen zu können, muß der Patient in allen seinen Organsystemen und auch in seiner Psyche einer Prüfung unterzogen werden. Laboratoriumsmethoden prüfen dagegen nur Einzelfunktionen und besonders nur diejenigen, deren Prüfung der Arzt vorher als notwendig erkannt hat. Die Anordnung der Laboratoriumsuntersuchungen sind das Resultat von Anamnese und Befunderhebung. Sind diese oberflächlich, so wird auch die Diagnose unvollständig sein; sind sie jedoch gründlich, so wird auch die Labordiagnose auf den Grund des Leidens führen.
Schon aus dieser kurzen Analyse des Funktionsablaufes der diagnostischen Tätigkeit des Arztes ergibt sich die Bedeutung einer differenzierten Befundaufnahme.

1.1. Bestimmung der Leberhöhe

In einer vorausgegangenen Arbeit (Rüter (7)) ist der Versuch unternommen worden, eine der geläufigen medizinischen Untersuchungstechniken zur Bestimmung der Leberhöhe auf eine präzise Basis zu stellen. Noch heute geschieht diese Größenbestimmung nicht selten unter Verwendung von Querfingern

als Längenmaßstab.

Wesentlich bei der Bestimmung der Leberhöhe ist, daß die Bezugspunkte für die Messung, der untere Leberrand und der Rippenbogen, nur beschränkte Relevanz bezüglich der eigentlichen Größe der Leber besitzen, da die Leber gegenüber dem Rippenbogen verschieblich gelegen ist. Schon bei jedem Atemzug tritt sie ein bis drei Zentimeter tiefer. Die nach der üblichen Technik bestimmte Größe der Leber ist daher abhängig von einem dritten Organ, dem Zwerchfell. Ist dieses erschlafft, wie z.B. bei der Phrenikusparese oder bei rechtsthorakalen Unterdrucksyndromen, so wird die Leber "klein" bestimmt. Ist das Zwerchfell dagegen tonisiert, wie z.B. bei Asthma bronchiale oder beim Emphysem, so wird sie entsprechend "groß" bezeichnet.

Ein Maß,.das als Bezugspunkt die Leber selbst benutzt, muß somit zuverlässigere Aussagen über die Größe des Organs machen. Dieses ist durchführbar, wenn neben dem unteren Leberrand auch der obere bestimmt und der Abstand der Leberränder in Zentimetern angegeben wird. Man bezeichnet diesen Wert als "Leberhöhe".

Der obereLeberrand kann mit ausreichender Sicherheit durch Perkussion und außerdem durch Kratzauskultation festgestellt werden. Der untereLeberrand ist zusätzlich durch Palpation zu bestimmen.

1.2. Bestimmung der Leberhöhe bei körperlicher Anstrengung

Bei der Untersuchung der Leberhöhe eines größeren Kollektivs gesunder Kinder ist aufgefallen, daß die Leberhöhe desselben

Probanden nicht selten kleiner gewesen ist nach einer körperlichen Anstrengung.(siehe Rüter (7))

Die vorliegende Arbeit hat deshalb zum Ziel, die Beobachtung, daß sich die Leber bei körperlicher Anstrengung verkleinert, systematisch zu kontrollieren. Es sind hierzu insgesamt 587 gesunde Kinder und Jugendliche verschiedener Altersklassen vor und nach körperlicher Belastung auf ihre Leberhöhe untersucht worden. Die gewonnenen Werte sind zu einigen Parametern wie Körpergewicht, Alter und Körpergröße unter Anwendung statistischer Methoden in Beziehung gesetzt.

2. Methoden und Material zur Bestimmung der Leberhöhe

2.1. Methoden zur Bestimmung der Leberhöhe

2.1.1. Palpation

Der größte Teil der Lebervorderfläche liegt hinter der Thoraxwand und nur ein schmaler Streifen ist von der Bauchwand bedeckt und damit der Palpation zugänglich. In der Medioclavicularlinie schaut die Leber bei einem gesunden Erwachsenen nicht unter dem Rippenbogen hervor.

Beim Internisten wird daher eine unter dem Rippenbogen getastete Leber als vergrößert bezeichnet, und das Maß wird in Querfingern oder Zentimetern angegeben. Wie Rüter bereits festgestellt hat, trifft dies für gesunde Kinder nicht zu. So stehen bei Neugeborenen 100 % der Leber unterhalb des Rippenbogens. Mit zunehmendem Alter wird die Lebergröße unter dem Rippenbogen immer geringer. Bei den 14-15 jährigen

ist nur noch bei ca. 10 % aller Kinder ein unter dem Rippenbogen tastbares Organ zu verzeichnen.

Bei der Palpation muß man darauf achten, daß die palpierenden Finger die Haut, auf der sie aufliegen, mitnehmen und die Bauchmuskulatur leicht eindrücken. Um dies zu erreichen muß der zu untersuchende Patient eine entspannte Lage einnehmen.

Der untere Leberrand kann gut von der rechten Seite des zu Untersuchenden bestimmt werden, indem man die palpierenden Finger senkrecht zum Leberrand eindrückt und mit der Haut nach oben schiebt. Man beginnt immer tiefer als der untere Leberrand erwartet wird. Um die letzte Sicherheit zu gewinnen, läßt man den Probanden tief einatmen, so daß der untere Leberrand der aufsteigenden Handbewegung begegnet. Um eine konstante Vergleichsmöglichkeit zu haben, wählt man die Medioclavicularlinie und bestimmt den Leberrand in Atemmittellage.

2.1.2. Perkussion

Die Perkussion hat den Vorteil gegenüber der Palpation, daß auch die obere Lebergrenze bestimmbar ist. Schwieriger ist es, die untere Lebergrenze zu perkutieren, da der sehr laute tympanitische Klopfschall über gasgefüllten Darmschlingen die Dämpfung des unteren Leberrandes weit überlagern kann.

Man perkutiert im Verlauf der rechten Medioclavicularlinie von der vierten Rippe an in nicht zu großen Abständen nach unten bis der Schall kürzer und leiser wird. Dies ist die

Stelle, an der die Leber mitzuschwingen beginnt.Diese Dämpfung wird immer deutlicher, und schließlich ist nur noch Schenkelschall zu hören. Damit ist die untere Lungengrenze erreicht.Wenm man möglichst leise perkutiert,bestimmt man die untere Lungengrenze genau.Die Dämpfung der Leber,die am oberen Rand vom einem schmalen Streifen Lungengewebe überlagert wird,erkennt man bei zu leisem Perkutieren dagegen erst zu spät.Es ist daher bei der Untersuchung weder eine zu leise noch zu laute Perkussion zu wählen,um die Leberhöhe nicht zu klein oder zu groß zu bestimmen.

Der angeführte aus der Erwachsenenmedizin geläufige Unterschied zwischen relativer und absoluter Leberdämpfung spielt beim Kind eine geringere Rolle. Die Erfahrung zeigt,daß bei konstanter Technik konstante obere Lebergrenzen gefunden werden.

2.1.3. Kratzauskultation

Mit der Kratzauskultation kann man recht genau die Lebergrenzen bestimmen.Dieses ist in den Fällen von Bedeutung, in denen die anderen Techniken kein eindeutiges Ergebnis gebracht haben,z.B. bei Adipösen oder Probanden mit gasgefüllten Darmschlingen,die sich schlecht palpieren und perkutieren lassen.

Bei der Kratzauskultation wird das Stethoskop im epigastrischen Winkel aufgesetzt.Dann streicht die Fingerspitze parallel zum erwarteten Leberrand vom Thorax zum Abdomen. In dem Bereich,wo Lebergewebe darunterliegt,hört man ein charakteristisches Geräusch,das mit dem Leberrand an Intensität nachläßt oder scharf aufhört.

2.2. Probanden

Das Ziel der Untersuchung ist es gewesen, festzustellen, ob sich die Leberhöhe nach körperlicher Anstrengung verändert. Dafür sind insgesamt 587 Kinder untersucht worden, und zwar 471 Jungen und 116 Mädchen aus einem Kindergarten und zwei Schulen

1. Kleinkinder

   Es handelt sich um 53 Kinder: 3 - 6 jährige (21 Jungen und 32 Mädchen) aus dem Kindergarten

2. Schulkinder

   217 Schüler im Alter von 6 bis 14 Jahren.

3. Gymnasiasten

   317 Jungen im Alter von 10 bis 19 Jahren.

Bei den Untersuchten handelt es sich um gesunde Kinder.

2.3. Arten der körperlichen Belastung

Im Kindergarten ist die erste Untersuchung vor dem Spielen durchgeführt worden. Die zweite ist etwa eine halbe Stunde später direkt nach dem Spielen erfolgt. Die Kinder haben entweder in einem mit Spielgeräten ausgestatteten Garten geturnt und getobt oder haben im Sitzen gemalt und gebastelt.

In der Volksschule sind die Kinder vor und nach der Turnstunde untersucht worden.

Im Jungengymnasium sind an 17o Jungen ebenfalls die Untersuchungen vor und nach der Turnstunde durchgeführt worden. Die Belastung der einzelnen Schüler während der Turnstunden ist aber unterschiedlich groß gewesen, da in der einen Turn-

stunde Gymnastik getrieben worden ist, dann wieder Geräteturnen, in einer anderen Klasse überwiegend Bodenturnen oder Volleyball. Bei der Unterstufe sind Wettlaufspiele gewählt worden. Der Einzelne ist bei größeren Klassen auch nicht so häufig beansprucht worden.

Aus diesem Grunde ist eine weitere Untersuchungsreihe durchgeführt worden, bei der mit einem Fahrradergometer eine definierte Belastung erzielt worden ist. Das Fahrradergometer ist aufgebaut wie ein Fahrrad. Über eine Tretkurbel und eine Kette wird ein Rad angetrieben. Mit einer Bandbremse wird das Rad abgebremst. Aus der Anzugskraft der Bandbremse - gemessen an einer Federwaage - und der Umfangsgeschwindigkeit gemessen mit einem Tachometer - bestimmt sich die Leistung, die die Versuchsperson aufbringt.

Die Belastung hat in der Mehrzahl der Fälle bei 1,4 Watt/kg Körpergewicht gelegen. Die Belastungsdauer hat 6 Minuten betragen. In Zusatzuntersuchungen ist die Belastung variiert worden auf 1,0 Watt/kg, 1,75 Watt/kg und 2,0 Watt/kg.

Bei der Messung der Leberhöhe sind die Techniken der Perkussion und der Kratzauskultation unmittelbar nacheinander angewendet worden. Es hat sich gezeigt, daß beide Techniken zu dem gleichen Ergebnis geführt haben. In der vorliegenden Arbeit ist daher je Messung nur ein Wert verwendet worden. Die Palpation ist, wie bereits oben angedeutet, ungenauer als Perkussion und Kratzauskultation. Deshalb wird auf die palpatorisch ermittelten Werte im Folgenden nicht mehr näher eingegangen.

Technische Daten des Fahrradergometer

1. Umfang des Reibrades	U = 100 cm
2. Übersetzung des Kettentriebes	$n_1 : n_2 = 1 : 2$
3. Material des Reibrades	Stahl
Material des Bremsbelages	Leder
Reibfaktor Stahl-Leder (trocken)	$\mu = 0,3$
4. Umschlingungswinkel der Bandbremse	$\alpha = 90^{\circ}$

Berechnung der Leistung

Voraussetzung: Es wird davon ausgegangen, daß die Belastbarkeit der Versuchspersonen sich proportional dem Körpergewicht verhält, d.h. um den gleichen Effekt bei Personen mit unterschiedlichem Körpergewicht zu erzielen, muß die schwerere Person im Verhältnis zu ihrem Körpergewicht stärker belastet werden.

Um vergleichbare Versuchsbedingungen zu erzielen, wird an dem Fahrradergometer eine dem Körpergewicht der Versuchsperson entsprechende Zugkraft S an der Federwaage eingestellt.

Berechnung der Zugkraft S je kg Körpergewicht

konstante Daten:

Reibfaktor	$\mu = 0,3$
Umschlingungswinkel	$\alpha = 90^{\circ}$
Geschwindigkeit	$v = 2,4$ m/sec.

Formel ( )

Leistung $N = S_t \cdot v$ (kp m/sec^2)

Tangentialkraft $S_t = S\ (\ m-1\ )\ (\ kp\ )$

$$m = e^{\mu \alpha}$$

$$\mu = 0{,}3$$

$$\alpha = \pi / 2$$

$$m = e^{0{,}3\ .\ /2}$$

$$m = 1{,}6$$

$$S_t = S\ .\ 0{,}6$$

$$N = 0{,}6\ .\ 2{,}4\ .\ S$$

$$\underline{S = 0{,}07\ .\ N}$$

Die an der Federwaage einzustellende Kraft je kg Körpergewicht beträgt $S = 0{,}07$ kp.

2.4. Statistische Auswertungsmethoden

Zu einer Beurteilung der in den Untersuchungen gewonnenen Ergebnisse ist die Kenntnis der statistischen Auswertungsmethoden unerläßlich. Es ist daher notwendig, auf diese Methoden einzugehen und den Aussagewert der errechneten Werte zu erläutern.

Für die Errechnung der Koeffizienten, die die Zusammenhänge beschreiben, ist ein Rechenprogramm für eine elektronische Datenverarbeitungsanlage (EDV) verwendet worden, das an der Technischen Hochschule Karlsruhe für derartige statistische Probleme zur Verfügung steht. (An dieser Stelle möchte ich Herrn Dipl. rer.pol.techn. Gerd Schirra, Soziologisches Institut der TH Karlsruhe, für die eingehende Beratung und die Zurverfügungstellung des statistischen Rechenprogramms danken.)

Da das Rechenprogramm die auszuwertenden Daten in einer

fixierten Eingabeform benötigt, sind die in der Hauptuntersuchung ermittelten Werte in Matrizenform dargestellt. Dabei stehen für die betrachteten Variablen jeweils 9 Gruppen zur Verfügung. Somit werden die Zusammenhänge der unabhängigen und der abhängigen Variablen über 81 Ergebnisfelder berechnet.

2.4.1. Chi - Quadrat - Wert

Mit Hilfe des Chi-Quadrat-Testes wird geprüft, ob die Häufigkeitsverteilung durch Zufall zustandegekommen ist, d.h. mit welcher Wahrscheinlichkeit der stochastische Zusammenhang als gesichert anzusehen ist.

Der Wert für Chi-Quadrat in Verbindung mit dem Freiheitsgrad F bestimmt die Wahrscheinlichkeit P, mit der ein Zustandekommen durch Zufälligkeiten ausgeschlossen werden kann.

Beispiel

Bei einem Chi-Quadrat-Wert von c = + 76,15 und dem Wert für die Freiheitsgrade von F = 50 ergibt sich eine Wahrscheinlichkeit von P = 99,90 %. Das heißt: der Zusammenhang ist signifikant.

2.4.2. Korrelation

Ist der Chi-Quadrat-Test positiv ausgefallen, d.h. ist eine Abhängigkeit der betreffenden Merkmale als gesichert anzusehen, so ist es erforderlich, einen Ausdruck für die Größe des Zusammenhanges zu errechnen. Dies geschieht durch die Bestimmung des Korrelationskoeffizienten r .

Der Korrelationskoeffizient r charakterisiert den Grad

des Zusammenhanges zwischen den Stichprobenwerten der Zufallsvariablen. Bei einem Wert des Korrelationskoeffizient r von r = +1 und r = -1 ist eine progressive bezw. degressive lineare Abhängigkeit vorhanden. Beträgt der Wert des Korrelationskoeffizienten r = 0, so ist keine Abhängigkeit der betrachteten Variablen gegeben.

Daraus ergibt sich, daß die Zusammenhänge um so besser sind, je näher r gegen +1 oder -1 geht. Ebenfalls wird die Streuung der Meßwerte um die Regressionsgerade um so kleiner, je näher der Korrelationskoeffizient r gegen +1 oder -1 geht.

2.4.3. Nicht-linearer Korrelationskoeffizient eta

Der Korrelationskoeffizient r beschreibt die Enge der Zusammenhänge bei linearer Abhängigkeit. Um festzustellen inwieweit die Abhängigkeit der Variablen untereinander linear ist, ist die Bestimmung des nicht-linearen Korrelationskoeffizienten eta notwendig.

Liegt eine nicht-lineare Abhängigkeit vor, so geben die eta - Werte ein genaueres Maß für die Enge der Zusammenhänge an.

Um die Linearität eines Zusammenhanges festzustellen, wird der Quotient aus dem linearen Korrelationskoeffizienten r und dem nicht-linearen Korrelationskoeffizienten eta gebildet. Hat der Quotient den Wert r/eta = +1 oder -1, so ist ein linearer Zusammenhang zwischen den betrachteten Variablen vorhanden. Ist der Quotient r/eta kleiner als 0,67, so gilt die Korrelation zwischen den Variablen als nicht linear.

3. Ergebnisse der Untersuchungen über die Veränderung der Leberhöhe

3.1. Voruntersuchungen an Kindern im Alter von 5 - 12 Jahren

Zunächst sind an der Universitätsklinik in Homburg/Saar mehrmals täglich während drei Wochen Leberuntersuchungen durchgeführt worden, um die Technik der Palpation, Perkussion und Kratzauskultation einzuüben. Danach sind die Voruntersuchungen in der psycho-pädiatrischen Abteilung der Klinik ergänzt worden, indem einen Monat lang täglich dieselben Kinder, im Alter von fünf bis zwölf Jahren morgens vor dem Aufstehen, vor dem Turnen und nach dem Turnen untersucht wurden.

Das Ziel dieser Untersuchungen ist es im wesentlichen gewesen, die Untersuchungstechniken einzuüben und zu vervollkommnen. Die Werte sind deshalb nicht verwendet worden.

3.2. Untersuchungsergebnisse vor der Belastung der Probanden

Die im Rahmen des Untersuchungszieles erhobenen Befunde erlauben es, zu einigen Problemen Stellung zu nehmen, die bereits in einer früheren Arbeit von Rüter ( ) behandelt worden sind. In der Arbeit von Rüter sind die Beziehungen zwischen der Leberhöhe einerseits und dem Körpergewicht, der Körpergröße und dem Lebensalter der Probanden andererseits beschrieben. Die hier gefundenen Meßwerte bei der Bestimmung der Leberhöhe vor der körperlichen Belastung der Probanden gestatten eine Überprüfung der bei Rüter angegebenen Zusammenhänge.

3.2.1. Abhängigkeit der Leberhöhe von der Körpergröße

Bei der Bestimmung der Leberhöhe ist die Körpergröße der Untersuchungspersonen mit festgehalten worden. Somit läßt sich die Beziehung zwischen Körpergröße und Leberhöhe darstellen.

In der Tabelle Nr. 1 sind die Ergebnisse, gemessen an 153 Jungen des Gymnasiums an der Unteren Allee, zusammengestellt. Die Körpergrößen liegen zwischen 140 cm und 180 cm. Eingeteilt in 9 Gruppen sind sie auf der Abzisse eingetragen. Jede Gruppe umfaßt den Bereich von 5 cm.

Die Leberhöhe ist auf der Ordinate aufgetragen in ebenfalls 9 Gruppen mit einem Gruppensprung von einem Zentimeter.

Die in der Matrix stehenden Zahlen geben die Häufigkeit der gefundenen Werte wieder.

Der Zusammenhang zwischen den Variablen Körpergröße und Leberhöhe ist als signifikant zu bezeichnen, da der Chi-Quadrat-Wert mit c = +85,39 und der Freiheitsgrad F = 48 zu einer Wahrscheinlichkeit von P = 99,90 % führt.

Es besteht zwischen den Variablen ein annähernd linearer Zusammenhang, da der Quotient aus dem linearen und dem nichtlinearen Korrelationskoeffizienten r/eta = 0,89 beträgt. Der Korrelationskoeffizient r gibt somit die Enge des Zusammenhanges an.

Zur Tabelle Nr. 1 ist das Diagramm Nr. 1 dargestellt. Es zeigt bildlich die für die Korrelation der Variablen kennzeichnenden Werte. Entsprechend der Tabelle 1 ist die Kör-

1. Zusammenhang: Veränderung der Leberhöhe in Abhängigkeit von der Körpergröße

1.1. Unabhängige Variable: Körpergröße

1.2. Abhängige Variable: Leberhöhe

2. Untersuchte Gruppe

2.1.

2.2. Anzahl der untersuchten Personen: 153

3. Tabelle

Leberhöhe in cm										
4	1	1	1	0	2	0	1	0	0	0
5	2	1	4	1	1	2	3	2	1	0
6	3	4	3	6	3	7	3	11	4	4
7	4	0	2	4	2	2	5	11	12	13
8	5	0	0	1	1	1	4	5	12	3
9	6	0	0	0	0	0	0	0	4	3
10	7	0	0	0	1	0	0	0	2	0
11	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		140	145	150	155	160	165	170	175	180
		Körpergröße in cm								

4. Ergebnisse

4.1.	chi-Quadrat-Wert	c	= + 85,39
4.2.	Freiheitsgrad	F	= 48
4.3.	Wahrscheinlichkeit	p	= 99,9 %
4.4.	Korrelationskoeffizient	r	= + 0,46
4.5.	Determinationskoeffizient	r^2	= 0,21
4.6.	Nichtlinearer Korrelationskoeffizient	eta	= 0,52
4.7.	Quotient aus r und eta	r/eta	= 0,89

Tabelle Nr. 1

Zusammenhang: Veränderung der Leberhöhe in Abhängigkeit von der Körpergröße

Anzahl der untersuchten Personen : 153

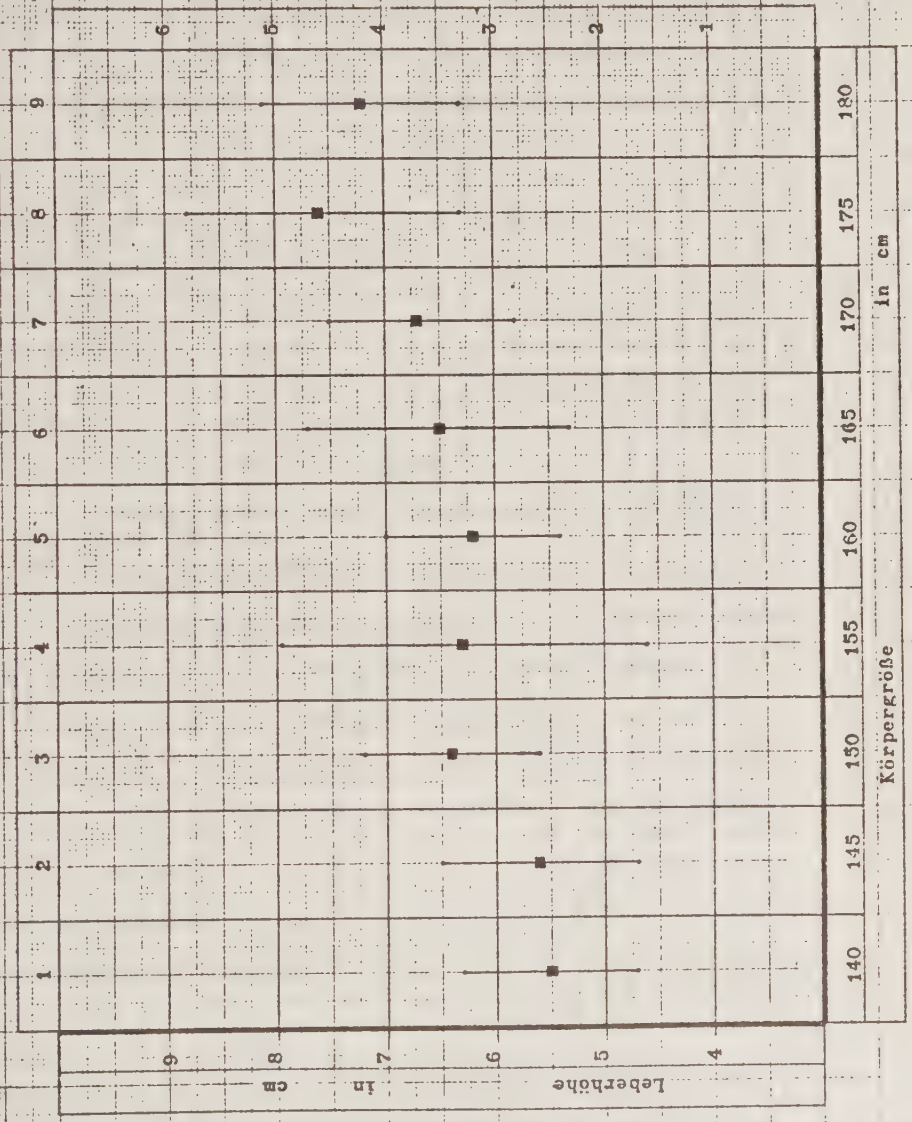

Diagramm Nr. 1
zu Tabelle Nr. 1

A4 210 x 297 mm

pergröße im Diagramm auf der Abzisse in 9 Gruppen mit einem Gruppensprung von 5 cm aufgetragen. Über dem Mittelwert einer jeden Gruppe ist der Mittelwert der Leberhöhe (quadratischer Punkt) in Zentimeter und die Streuung um den Mittelwert (runder Punkt) eingezeichnet.

Es ist deutlich zu erkennen, wie mit steigender Körpergröße die Leberhöhe zunimmt bei etwa gleichbleibender Streubreite um den Mittelwert.

Tabelle Nr. 2 enthält die Meßwerte von 48 Jungen aus der Volksschule. Wie in der vorhergehenden Tabelle ist die Körpergröße in 9 Gruppen auf der Abzisse und die Leberhöhe in ebenfalls 9 Gruppen auf der Ordinate aufgetragen.

Bei einem Chi-Quadrat-Wert von c = +41,38 und dem Freiheitsgrad F = 24 ist der Zusammenhang bei einer Wahrscheinlichkeit von 97,5 % noch als signifikant zu bezeichnen. Die Korrelation ist bei einem Quotient von r/eta = 0,79 als annähernd linear anzusehen. Damit gibt der Korrelationskoeffizient die Streuung um die Regressionsgerade wieder.

In der Tabelle Nr. 3 sind die Meßwerte von 36 Mädchen zusammengestellt. Diese Tabelle dient zur Gegenüberstellung zur Tabelle 2, in der eine etwa gleichstarke Gruppe von Jungen betrachtet worden ist.

Bei einer Körpergröße von 135 cm bis 165 cm sind Leberhöhen von 6 cm bis 11 cm gefunden worden.

Bei einem Chi-Quadrat-Wert von c = 56,91 und dem Freiheitsgrad F = 30 kann der Zusammenhang zwischen Körpergröße und Leberhöhe mit einer Wahrscheinlichkeit von P = 99,50 % als

1. Zusammenhang: Veränderung der Leberhöhe in Abhängigkeit von der Körpergröße

1.1. Unabhängige Variable: Körpergröße

1.2. Abhängige Variable: Leberhöhe

2. Untersuchte Gruppe

2.1. Jungen, Langenackerschule

2.2. Anzahl der untersuchten Personen: 48

3. Tabelle

Leberhöhe in cm										
4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0
7	4	2	1	2	1	3	1	0	0	0
8	5	2	5	1	6	7	0	4	0	0
9	6	0	1	3	2	2	0	3	0	0
10	7	0	0	0	0	0	1	0	0	0
11	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		130	135	140	145	150	155	160	165	170
		Körpergröße in cm								

4. Ergebnisse

4.1.	chi-Quadrat-Wert	c	= + 41,38
4.2.	Freiheitsgrad	F	= 24
4.3.	Wahrscheinlichkeit	p	= 97,5 %
4.4.	Korrelationskoeffizient	r	= + 0,28
4.5.	Determinationskoeffizient	r^2	= 0,08
4.6.	Nichtlinearer Korrelationskoeffizient	eta	= 0,35
4.7.	Quotient aus r und eta	r/eta	= 0,79

Tabelle Nr. 2

1. Zusammenhang: Veränderung der Leberhöhe in Abhängigkeit von der Körpergröße

1.1. Unabhängige Variable: Körpergröße

1.2. Abhängige Variable: Leberhöhe

2. Untersuchte Gruppe

2.1. Mädchen — Langenäckerschule

2.2. Anzahl der untersuchten Personen: 36

3. Tabelle

Leberhöhe in cm										
	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	3	4	2	1	0	0	1	0	0	0
	7	4	0	0	2	1	0	0	0	0	0
	8	5	0	1	4	1	0	1	1	0	0
	9	6	1	0	0	1	2	6	1	0	0
	10	7	0	0	0	1	0	3	0	0	0
	11	8	0	0	0	0	0	0	2	0	0
	12	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
			135	140	145	150	155	160	165	170	175

4. Ergebnisse

4.1.	chi-Quadrat-Wert	c	= + 56,91
4.2.	Freiheitsgrad	F	= 30
4.3.	Wahrscheinlichkeit	p	= 99,5 %
4.4.	Korrelationskoeffizient	r	= + 0,70
4.5.	Determinationskoeffizient	r^2	= 0,49
4.6.	Nichtlinearer Korrelationskoeffizient	eta	= 0,72
4.7.	Quotient aus r und eta	r/eta	= 0,97

Tabelle Nr. 3

gesichert angesehen werden.

Durch den Quotienten aus r und eta mit dem Wert r/eta = 0,97 ist eine Nichtlinearität auszuschließen. Die Streuung um die Regressionsgerade kann mit dem Wert r = 0,70 als gering bezeichnet werden.

Die Meßergebnisse an den 237 untersuchten Personen bestätigen den von Rüter aufgezeigten Zusammenhang zwischen der Körpergröße und der Leberhöhe.

3.2.2. Abhängigkeit der Leberhöhe vom Lebensalter

Im vorhergehenden Abschnitt ist eine Abhängigkeit zwischen Leberhöhe und Körpergröße nachgewiesen worden. Da Körpergröße und Lebensalter in einer bestimmten Relation stehen, ist zu vermuten, daß mit zunehmendem Alter sich die Leberhöhe vergrößert. Bei den Untersuchungen von Rüter hat sich eine solche Relation herausgestellt.

Die im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Schüler sind zum großen Teil bei der Bestimmung der Leberhöhe nach dem Lebensalter befragt worden. In der Tabelle Nr. 4 sind die Ergebnisse von 274 Jungen des Gymnasiums an der Unteren Allee zusammengestellt. Da die Schüler aus allen Klassenstufen stammen, reicht das Lebensalter von 10 Jahren bis 18 Jahre. In der Tabelle ist das Lebensalter auf der Abzisse in Jahren aufgetragen eingeteilt in 9 Gruppen mit einem Gruppensprung von jeweils einem Jahr.

Die Leberhöhe geht an der Ordinate von 4 cm bis 12 cm in

1. Zusammenhang: Veranderung der Leberhöhe in Abhängigkeit vom Lebensalter

1.1. Unabhangige Variable: Lebensalter

1.2. Abhangige Variable: Leberhöhe

2. Untersuchte Gruppe

2.1. Jungen Gymnasium Untere Allee

2.2. Anzahl der untersuchten Personen: 274

3. Tabelle

Leberhöhe in cm										
	4	1	2	2	0	2	2	0	0	0	0
	5	2	6	4	1	6	5	5	3	0	0
	6	3	13	4	7	11	13	16	7	11	5
	7	4	4	4	4	8	15	11	18	12	9
	8	5	0	1	0	2	9	9	17	5	4
	9	6	0	0	0	0	0	1	8	2	2
	10	7	0	0	1	0	1	0	0	2	0
	11	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
			10	11	12	13	14	15	16	17	18
			Lebensalter in Jahren								

4. Ergebnisse

4.1.	chi-Quadrat-Wert	c	= + 96,17
4.2.	Freiheitsgrad	F	= 48
4.3.	Wahrscheinlichkeit	p	= 99,95 %
4.4.	Korrelationskoeffizient	r	= + 0,41
4.5.	Determinationskoeffizient	r^2	= 0,17
4.6.	Nichtlinearer Korrelationskoeffizient	eta	= 0,45
4.7.	Quotient aus r und eta	r/eta	= 0,90

Tabelle Nr. 4

ebenfalls 9 Gruppen mit einem Gruppensprung von einem Zentimeter. Die Zahlen in der Matrix geben an, wie häufig eine Wertkombination von Leberhöhe und Lebensalter festgestellt worden ist.

Zu der Tabelle Nr. 4 gehört das Diagramm Nr. 2. Es stellt bildlich die Beziehungen der beiden Variablen dar. Über dem Mittelwert der jeweiligen Altersgruppe ist der dazugehörige Mittelwert der Leberhöhe (quadratischer Punkt) eingezeichnet mit den Begrenzungspunkten der Streuung (runder Punkt) um diesen Mittelwert.

Die für den Zusammenhang charakteristischen Koeffizienten weisen einen eindeutigen gesicherten Zusammenhang zwischen Körpergröße und Leberhöhe aus. Bei einem Chi-Quadrat-Wert von c = +96,17 und dem Freiheitsgrad F = 48 ergibt sich eine Wahrscheinlichkeit von P = 99,95 %. Der Signifikanztest ist damit positiv zu bewerten. Der Quotient von linearem und nicht-linearem Korrelationskoeffizient beträgt r/eta = 0,90. Damit ist der Zusammenhang als linear zu betrachten. Der Korrelationskoeffizient r = + 0,41 ist somit eine Maßzahl für die Enge der Beziehung der beiden Variablen.

3.2.3. Abhängigkeit der Leberhöhe vom Körpergewicht

Neben dem Lebensalter, der Körpergröße wird das Körpergewicht als unabhängige Maßzahl herangezogen und mit der Leberhöhe in Beziehung gesetzt. Bei 386 Probanden, Schülern aus der Langenäckerschule und aus dem Gymnasium an der Unteren Allee, ist das Körpergewicht festgehalten worden. Tabelle Nr. 5 weist die Meßergebnisse aus.

Zusammenhang: Veränderung der Leberhöhe in Abhängigkeit vom Lebensalter

Anzahl der untersuchten Personen: 274

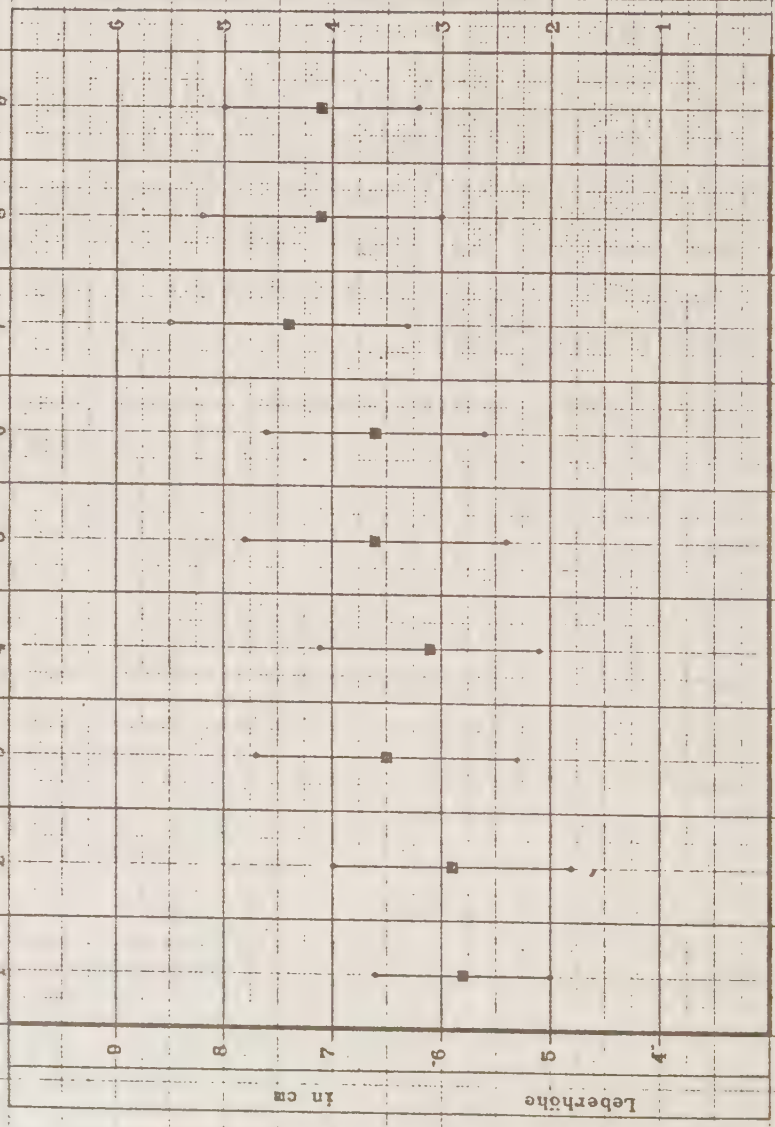

Diagramm Nr. 2
zu Tabelle Nr. 4

1. Zusammenhang Veränderung der Leberhöhe in Abhängigkeit vom Körpergewicht

1.1. Unabhängige Variable Körpergewicht

1.2. Abhängige Variable Leberhöhe

2. Untersuchte Gruppe

2.1. Jungen Langenäckerschule und Gymnasium Untere Allee

2.2. Anzahl der untersuchten Personen 386

3. Tabelle

Leberhöhe in cm										
	4	1	2	0	5	1	0	0	0	0	0
	5	2	2	15	3	11	7	5	1	0	0
	6	3	1	25	24	26	22	13	3	2	0
	7	4	1	12	29	17	31	15	4	2	0
	8	5	1	14	17	13	19	9	1	1	0
	9	6	0	5	4	6	8	1	3	0	0
	10	7	0	0	3	1	1	0	0	0	0
	11	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
			25	35	45	55	65	75	85	95	105
			Körpergewicht in kg								

4. Ergebnisse

4.1.	chi-Quadrat-Wert	c	= + 74,83
4.2.	Freiheitsgrad	F	= 42
4.3.	Wahrscheinlichkeit	p	= 99,5 %
4.4.	Korrelationskoeffizient	r	= 0,11
4.5.	Determinationskoeffizient	r^2	= 0,01
4.6.	Nichtlinearer Korrelationskoeffizient	eta	= + 0,19
4.7.	Quotient aus r und eta	r/eta	= 0,57

Tabelle Nr. 5

Das Körpergewicht der Probanden reicht von 25 kg bis 1o5 kg. Es ist auf der Abzisse aufgetragen, eingeteilt in 9 Gruppen mit einem Gruppensprung von 10 kg. Die Leberhöhe auf der Ordinate beträgt 4 bis 12 cm. Das dazugehörige Diagramm Nr.3 demonstriert bildlich die gemessenen und ausgewerteten Ergebnisse.

Wie aus dem Diagramm zu ersehen ist, liegt keine Proportionalität zwischen den beiden Variablen vor. Durch den Chi-Quadrat-Test wird bei einem Chi-Quadrat-Wert von c = +74,83 und dem Freiheitsgrad F = 42 die Wahrscheinlichkeit eines Zusammenhanges mit P = 99,50 % berechnet. Der Quotient aus dem linearen und dem nicht-linearen Korrelationskoeffizienten weist mit r/eta = 0,57 auf einen nicht-linearen Zusammenhang hin.

Es ist daraus zu schließen, daß neben dem Körpergewicht noch ein anderer beeinflussender Faktor hinzukommt. Betrachtet man nicht die Leberhöhe sondern das Lebergewicht und setzt es mit dem Körpergewicht in Beziehung, so wird festgestellt, daß sich das Verhältnis Lebergewicht zu Körpergewicht mit zunehmendem Alter verändert. (siehe Rüter S.75) (7) (berechnet aus den pathologisch-anatomisch gefundenen Organgewichten und den Normalwerten nach Vogt (10)

Lebergewicht	/	Körpergewicht	Lebensalter in Jahren
1	/	25	Neugeborene
1	/	3o	3 - 4
1	/	35	6 - 7
1	/	35	9 - 11
1	/	40	14 - 15

Zusammenhang: Veränderung der Leberhöhe in Abhängigkeit vom Körpergewicht

Anzahl der untersuchten Personen 386

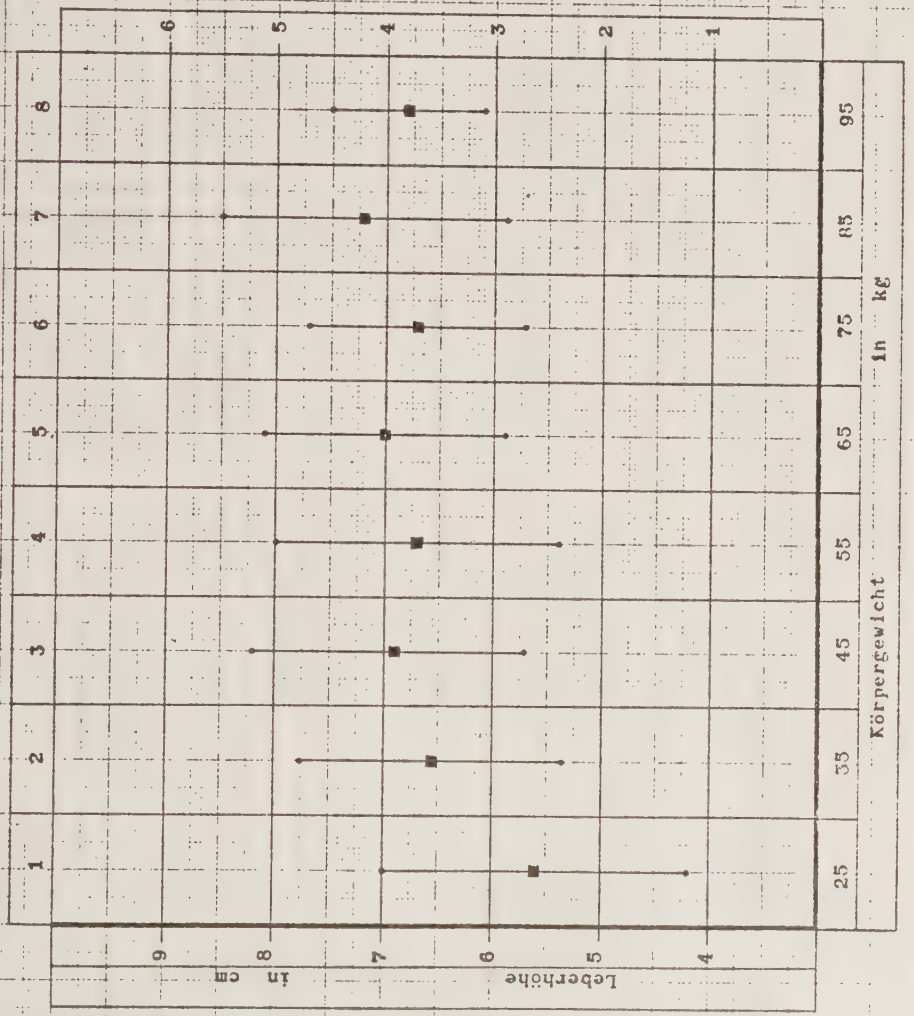

Diagramm Nr. 3
zu Tabelle Nr. 5

A4 210×297 mm

Vom Körpergewicht kann somit nicht direkt auf die Leberhöhe geschlossen werden, da das Lebensalter mit in die Beziehung von Körpergewicht und Leberhöhe eingeht.

3.3. Veränderung der Leberhöhe nach Belastung

In den Tabellen Nr. 6 und Nr. 7 sind alle Untersuchungsergebnisse zusammengestellt. Die Tabelle Nr. 6 gibt die Meßergebnisse über die Leberhöhenveränderung bei Belastung von 493 Jungen und die Tabelle Nr. 7 die von 114 Mädchen. Der Tabelle ist zu entnehmen, daß sich bei 93 (18,9%) Jungen keine Veränderung der Leberhöhe gezeigt hat, bei 372 (75,5%) Jungen eine Verkleinerung der Leber eingetreten ist, und bei 28 (5,6%) Jungen eine Vergrößerung der Leber zu finden gewesen ist.

Von den 114 Mädchen ist bei 27 (23,7%) keine Veränderung der Leberhöhe nach der Belastung festgestellt worden. Bei 78 Mädchen (68,4%) ist eine Verkleinerung und bei 9 Mädchen (7,9%) eine Vergrößerung der Leberhöhe nach der Belastung eingetreten.

Aus diesen beiden Tabellen geht hervor, daß es bei der überwiegenden Zahl der Untersuchten durch die körperliche Anstrengung zu einer Verkleinerung der Leberhöhe gekommen ist.

Die globale Betrachtung der Meßergebnisse erlaubt keinen Einblick in die Faktoren, die die Größe der Veränderung der Leberhöhe beeinflussen. Die Leberhöhenveränderung bei Belastung wird daher im Folgenden mit verschiedenen unabhängigen Variablen in Beziehung gesetzt.

Übersicht

Veränderung der Leberhöhe nach Belastung

Tabelle Nr. 6

Jungen

	Leberhöhe vor Belastung		
x	4 - 7,5 cm	7,5 - 12 cm	%
null	62	31	18,9
kleiner	218	154	75,5
größer	17	11	5,6

Tabelle Nr. 7

Mädchen

	Leberhöhe vorBelastung	
	5,5 - 11 cm	%
null	27	23,7
kleiner	78	68,4
größer	9	7,9

3.3.1. Einfluß der Leberhöhe auf die Leberhöhenveränderung

Als wichtigster Faktor wird die Leberhöhe einen Einfluß auf die Leberhöhenveränderung bei Belastung aufweisen. Es ist anzunehmen, daß mit steigender Leberhöhe die Leberhöhenveränderung größer wird. Um diese Abhängigkeit nachzuweisen, sind die Meßergebnisse aller männlichen Probanden in der Tabelle Nr. 8 zusammengefaßt.

Die Tabelle Nr. 8 beinhaltet auf der Abzisse die Leberhöhe als unabhängige Variable und auf der Ordinate die Leberhöhenveränderung als abhängige Variable. Die Leberhöhe reicht von 4 cm bis 12 cm und ist in 9 Gruppen eingeteilt mit einem Gruppensprung von einem Zentimeter. Die Leberhöhenveränderung ist aufgetragen von +1,0 cm bis -3,0 cm in 9 Gruppen mit einem Gruppensprung von 0,5 cm. In der Matrix steht die Anzahl der Wertkombinationen, die bei den Untersuchungen gefunden worden sind.

Anhand der statistischen Auswertung kann über die Gesamtheit der Untersuchungspersonen ein Zusammenhang zwischen der Größe der Leberhöhenveränderung und der Leberhöhe bei Belastung als gesichert angesehen werden. (Bildliche Darstellung siehe Diagramm Nr. 4) Dabei ist die Belastungsart nicht berücksichtigt.

Um einen Überblick zu erhalten, inwieweit die Belastungsart mit einen Einfluß hat auf die Größe der Leberhöhenveränderung sind in Tabelle Nr. 9 (zugehöriges Diagramm Nr. 5) die Meßergebnisse von 156 Schülern des Gymnasiums an der Unteren Allee ausgewiesen, die einer definierten Belastung mittels Fahrradergometer ausgesetzt worden sind.

1. Zusammenhang Leberhöhenveränderung in Abhängigkeit von der Leberhöhe bei Belastung

1.1. Unabhängige Variable Leberhöhe

1.2. Abhängige Variable Leberhöhenveränderung

2. Untersuchte Gruppe

2.1. Jungen Lnagenäckerschule und Gymnasium Untere Allee

2.2. Anzahl der untersuchter Personen 449

3. Tabelle

Leberhöhenveränderung in cm										
	+1,0	1	1	0	4	3	2	0	0	0	0
	+0,5	2	0	1	3	4	2	2	0	0	0
	0?0	3	1	12	23	28	18	5	0	0	0
	-0,5	4	7	19	31	33	18	7	1	0	0
	-1,0	5	0	10	43	33	26	9	3	1	0
	-1,5	6	0	2	17	16	13	12	0	1	0
	-2,0	7	0	0	7	7	13	5	3	0	0
	-2,5	8	0	0	1	0	1	1	0	0	0
	-3,0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
			4	5	6	7	8	9	10	11	12
			Leberhöhe in cm								

4. Ergebnisse

4.1.	chi-Quadrat-Wert	c	= + 78,28
4.2.	Freiheitsgrad	F	= 49
4.3.	Wahrscheinlichkeit	p'	= 99,5 %
4.4.	Korrelationskoeffizient	r	= + 0,22
4.5.	Determinationskoeffizient	r^2	= 0,11
4.6.	Nichtlinearer Korrelationskoeffizient	eta	= 0,25
4.7.	Quotient aus r und eta	r/eta	= 0,88

Tabelle Nr. 8

Zusammenhang: Leberhöhenveränderung in Abhängigkeit von der Leberhöhe bei Belastung

Anzahl der untersuchten Personen: 449

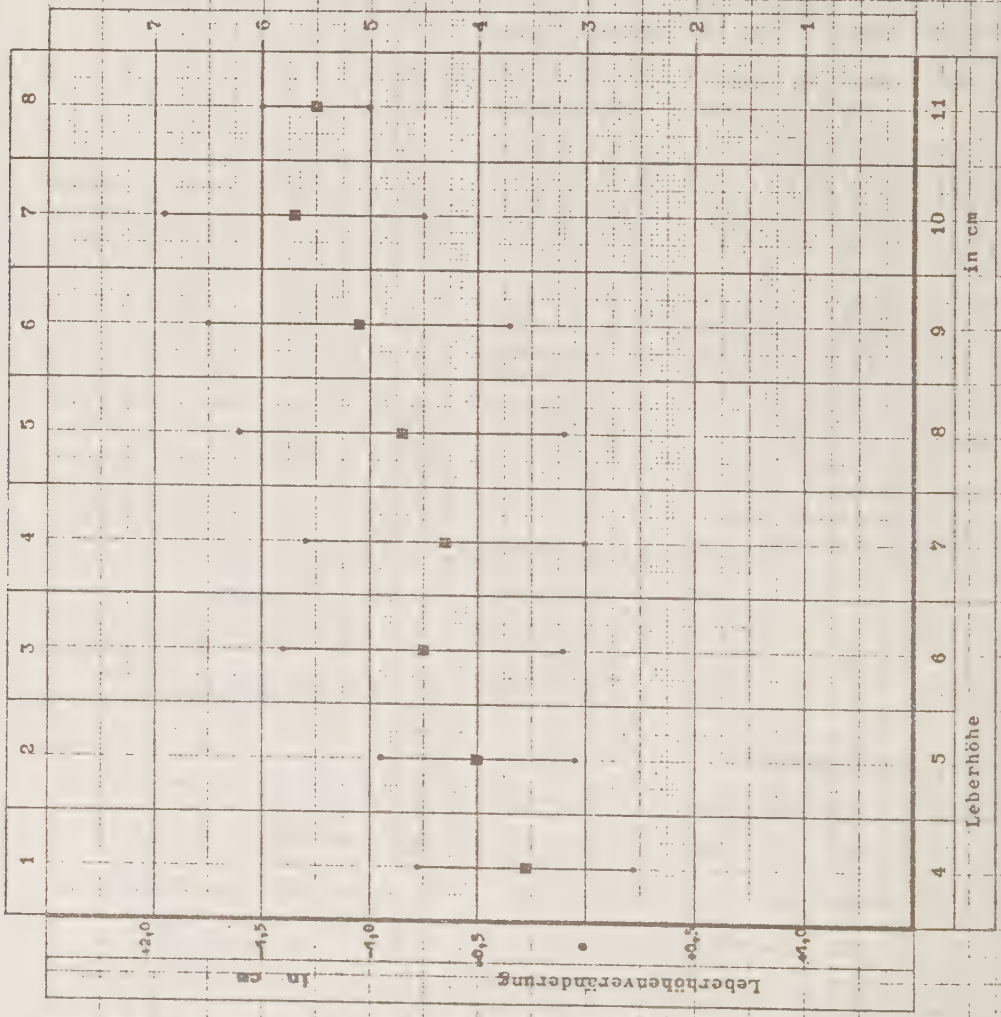

Diagramm Nr. 4
zu Tabelle Nr. 8

1. Zusammenhang Leberhöhenveränderung in Abhängigkeit von der Leberhöhe bei Belastung (Ergometer 1,4 Watt/kg)

1.1. Unabhängige Variable Leberhöhe

1.2. Abhängige Variable Leberhöhenveränderung

2. Untersuchte Gruppe

2.1. Jungen Gymnasium Untere Allee

2.2. Anzahl der untersuchten Personen 156

3. Tabelle

Leberhöhenveränderung in cm										
	+1,0	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0
	+0,5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0,0	3	0	7	10	8	4	0	0	0	0
	-0,5	4	7	9	111	7	1	0	0	0	0
	-1,0	5	0	9	14	9	6	2	1	0	0
	-1,5	6	0	2	14	8	6	2	0	0	0
	-2,0	7	0	0	5	3	5	1	0	0	0
	-2,5	8	0	0	1	0	0	1	0	0	0
	-3,0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
			4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0
			Leberhöhe in cm								

4. Ergebnisse

4.1.	chi-Quadrat-Wert	c	= + 62,16
4.2.	Freiheitsgrad	F	= 36
4.3.	Wahrscheinlichkeit	p	= 99,5 %
4.4.	Korrelationskoeffizient	r	= 0,28
4.5.	Determinationskoeffizient	r^2	= 0,08
4.6.	Nichtlinearer Korrelationskoeffizient	eta	= 0,33
4.7.	Quotient aus r und eta	r/eta	= 0,86

Tabelle Nr. 9

Zusammenhang Leberhöhenveränderung in Abhängigkeit von der Leberhöhe bei Belastung

Anzahl der untersuchten Personen 156

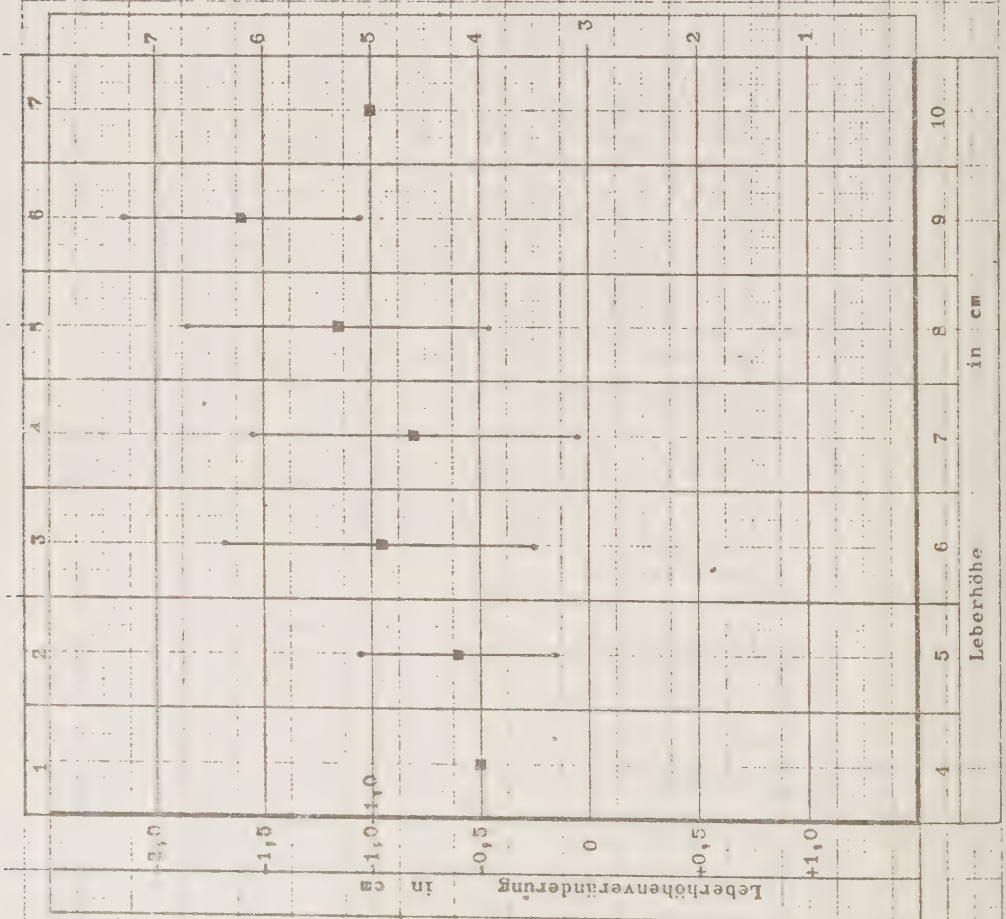

Diagramm Nr. 5
zu Tabelle Nr. 9

In Tabelle Nr. 10 (zugehöriges Diagramm Nr. 6) ist der vorgenannten Gruppe eine etwa gleichstarke Jungengruppe von 161 Schülern derselben Schule gegenübergestellt. Diese Gruppe ist vor und nach der Turnstunde untersucht worden und hat somit keiner exakt definierten Belastung unterlegen.

Die aus den Meßergebnissen errechneten statistischen Werte weisen keine nennenswerte qualitative Differenzen auf. Der Signifikanztest ergibt im ersteren Falle eine Wahrscheinlichkeit von p = 99,50%, im zweiten eine Wahrscheinlichkeit von p = 99,95%. Der Quotient aus dem linearen und dem nicht-linearen Korrelationskoeffizienten beträgt r/eta = 0,86 bezw. r/eta = 0,89. Die Streuung um die Regressionsgerade wird durch die Korrelationskoeffizienten mit r = 0,28 bezw. r = 0,34 angegeben.

Nimmt man zu diesem Vergleich noch die Tabelle Nr. 11 hinzu, die die Meßwerte der 161 Jungen des Gymnasiums plus der Meßwerte von 133 Jungen der Langenäckerschule enthält, so ergibt sich das gleiche Bild wie vorher besprochen. Die Größe der Leberhöhenveränderung bei Belastung der Probanden ist annähernd proportional der Leberhöhe, wobei die Art der Belastung keinen nachweisbaren Einfluß ausübt.

Im Kapitel 3.2. ist anhand der statistischen Auswertung der Untersuchungsergebnisse festgestellt worden, daß eine Beziehung zwischen

Körpergröße und Leberhöhe

und Lebensalter und Leberhöhe

besteht.

1. Zusammenhang Leberhöhenveränderung in Abhangigkeit von der Leberhöhe bei Belastung (Turnstunde)

1.1. Unabhangige Variable Leberhöhe

1.2. Abhangige Variable Leberhöhenveränderung

2. Untersuchte Gruppe

2.1. Jungen Gymnasium Untere Allee

2.2. Anzahl der untersuchten Personen 161

3. Tabelle

Leberhöhenveränderung in cm										
+1,0	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0
+0,5	2	0	1	1	2	2	1	0	0	0
0,0	3	3	0	6	3	7	2	3	1	0
-0,5	4	4	6	10	6	7	9	3	0	0
-1,0	5	1	0	13	6	15	6	8	3	0
-1,5	6	0	0	4	1	0	6	2	2	0
-2,0	7	0	0	0	2	1	3	7	0	0
-2,5	8	0	0	0	0	0	0	0	1	0
-3,0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0
		Leberhöhe in cm								

4. Ergebnisse

4.1.	chi-Quadrat-Wert	c	= +949o
4.2.	Freiheitsgrad	F	= 49
4.3.	Wahrscheinlichkeit	p	= 99,95 %
4.4.	Korrelationskoeffizient	r	= + 0,34
4.5.	Determinationskoeffizient	r^2	= 0,12
4.6.	Nichtlinearer Korrelationskoeffizient	eta	= + 0,38
4.7.	Quotient aus r und eta	r/eta	= 0,89

Tabelle Nr. 10

Zusammenhang Leberhöhenveränderung in Abhängigkeit von der Leberhöhe bei Belastung

Anzahl der untersuchten Personen 161

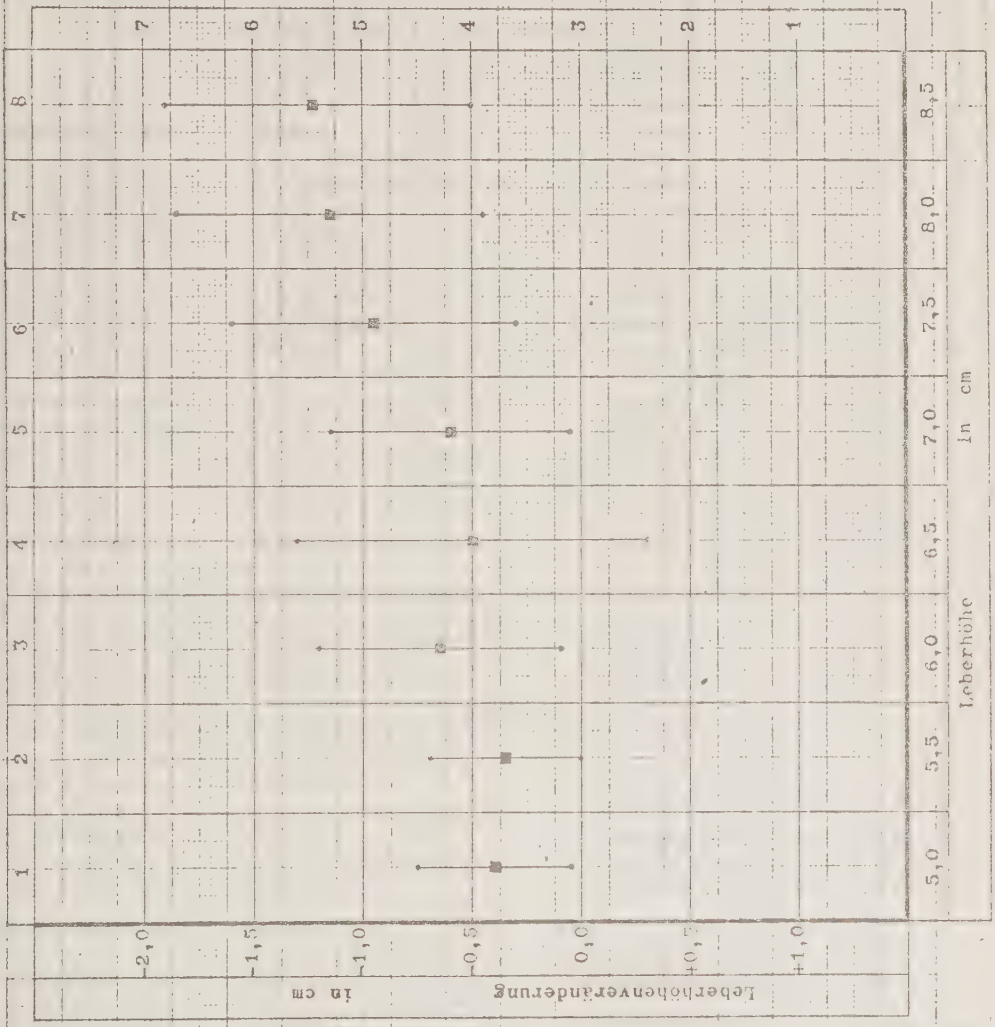

Diagramm Nr. 6

zu Tabelle Nr. 10

1. Zusammenhang Leberhöhenveränderung in Abhängigkeit von der Leberhöhe bei Belastung (Turnstunde)

1.1. Unabhängige Variable Leberhöhe

1.2. Abhängige Variable Leberhöhenveränderung

2. Untersuchte Gruppe

2.1. Jungen Langenackerschule und Gymnasium Untere Allee

2.2. Anzahl der untersuchten Personen 294

3. Tabelle

Leberhöhenveränderung in cm										
	+1,0	1	1	0	3	1	2	0	0	0	0
	+0,5	2	0	1	3	4	2	2	0	0	0
	0,0	3	1	5	13	20	15	4	0	0	0
	-0,5	4	0	10	20	26	17	7	1	0	0
	-1,0	5	0	1	29	24	20	7	2	1	0
	-1,5	6	0	0	4	7	8	10	0	1	0
	-2,0	7	0	0	2	4	8	4	3	0	0
	-2,5	8	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	-3,0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
			4	5	6	7	8	9	10	11	12
			Leberhöhe in cm								

4. Ergebnisse

4.1.	chi-Quadrat-Wert	c	= + 89,96
4.2.	Freiheitsgrad	F	= 49
4.3.	Wahrscheinlichkeit	p	= 99,95 %
4.4.	Korrelationskoeffizient	r	= + 0,28
4.5.	Determinationskoeffizient	r^2	= 0,08
4.6.	Nichtlinearer Korrelationskoeffizient	eta	= 0,31
4.7.	Quotient aus r und eta	r/eta	= 0,90

Tabelle Nr. 11

Zusammenstellung der ausgewerteten Meßergebnisse

Leberhöhenveränderung in Abhängigkeit von der Leberhöhe

Spalte	1	2	3	4
Tabelle Nr.	8	9	10	11
Gruppe	Gesamt	Jungen Gymn.	Jungen Gymn.	Jungen Gymn. + Langen-äckersch.
Anzahl der Probanden	449	156	161	294
Chi-Quadrat	78,28	62,16	94,90	89,96
F	49	36	49	49
p	99,50%	99,50%	99,95%	99,95%
r	0,22	0,28	0,34	0,28
eta	0,25	0,33	0,38	0,31
r/eta	0,88	0,86	0,89	0,90

Bezeichnet man

die Leberhöhe mit x

die Körpergröße mit s

das Lebensalter mit t

so können die Beziehungen zwischen den Größen geschrieben werden

$$x = f(s)$$

$$x = f(t)$$

Da eine annähernde Linearität zwischen den Größen vorhanden ist, kann man die allgemeine Funktion umsetzen in

$$x = (a \cdot s) + m$$

$$x = (b \cdot t) + n$$

worin a und b die Proportionalitätsfaktoren sind und m und n Konstanten.

Aus dem Kapitel 3.3.1. geht hervor, daß eine annähernd lineare Beziehung zwischen der Größe der Leberhöhenveränderung bei Belastung und der Leberhöhe des Probanden besteht. Diese Beziehung kann man, bezeichnet man die Leberhöhenveränderung mit Δx, schreiben

$$\Delta x = f(x)$$

oder wegen der Proportionalität zwischen den Größen

$$\Delta x = (c \cdot x) + r.$$

Zeichnet man für die mathematische Betrachtung in die Diagramme Nr. 1 (siehe Diagramm Nr. 7), Nr. 2 (siehe Diagramm Nr. 8) und Nr. 4 (siehe Diagramm Nr. 9) durch die Mittelwerte eine Gerade und bestimmt deren Werte, so sind die Beziehungen zwischen den Größen folgendermaßen darzustellen:

Zusammenhang: Veränderung der Leberhöhe in Abhängigkeit von der Körpergröße

Anzahl der untersuchten Personen : 153

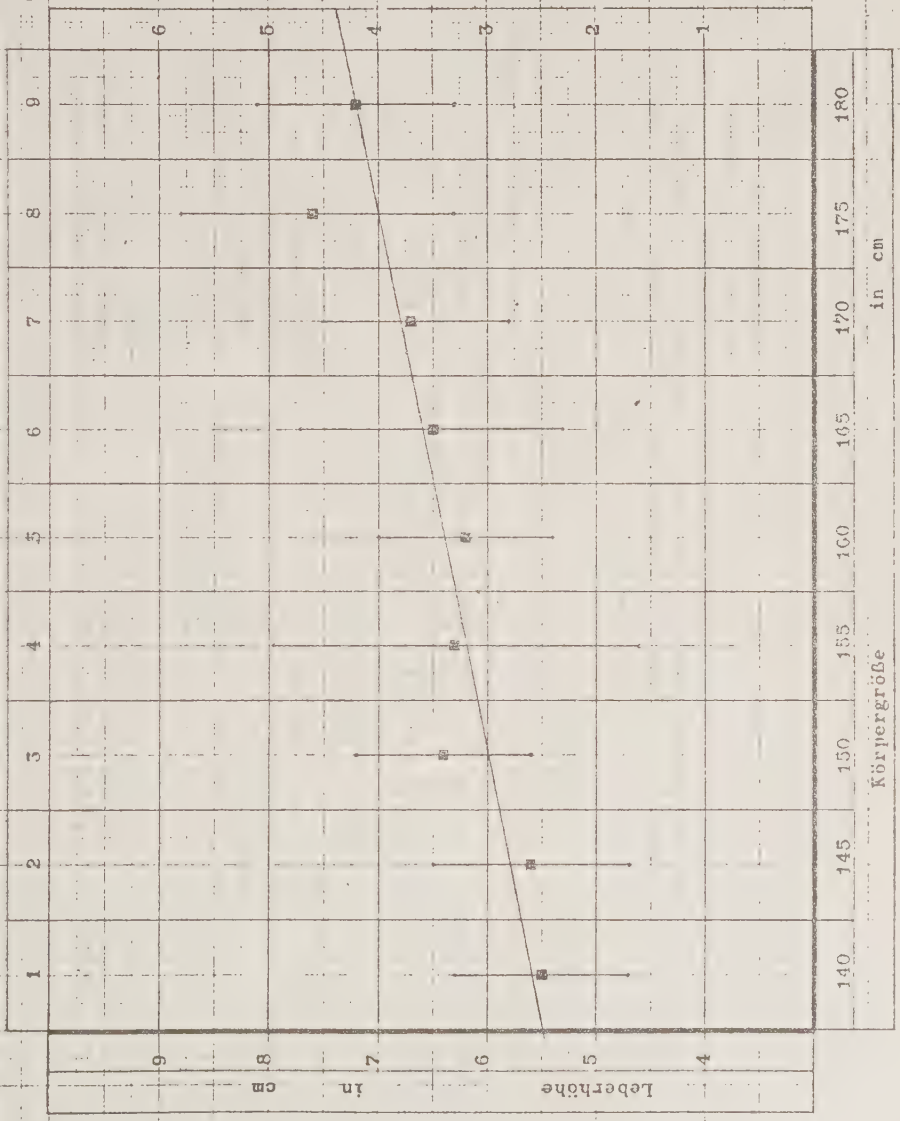

Diagramm Nr. 7
zu Tabelle Nr. 1

Zusammenhang: Veränderung der Leberhöhe in Abhängigkeit vom Lebensalter

Anzahl der untersuchten Personen: 274

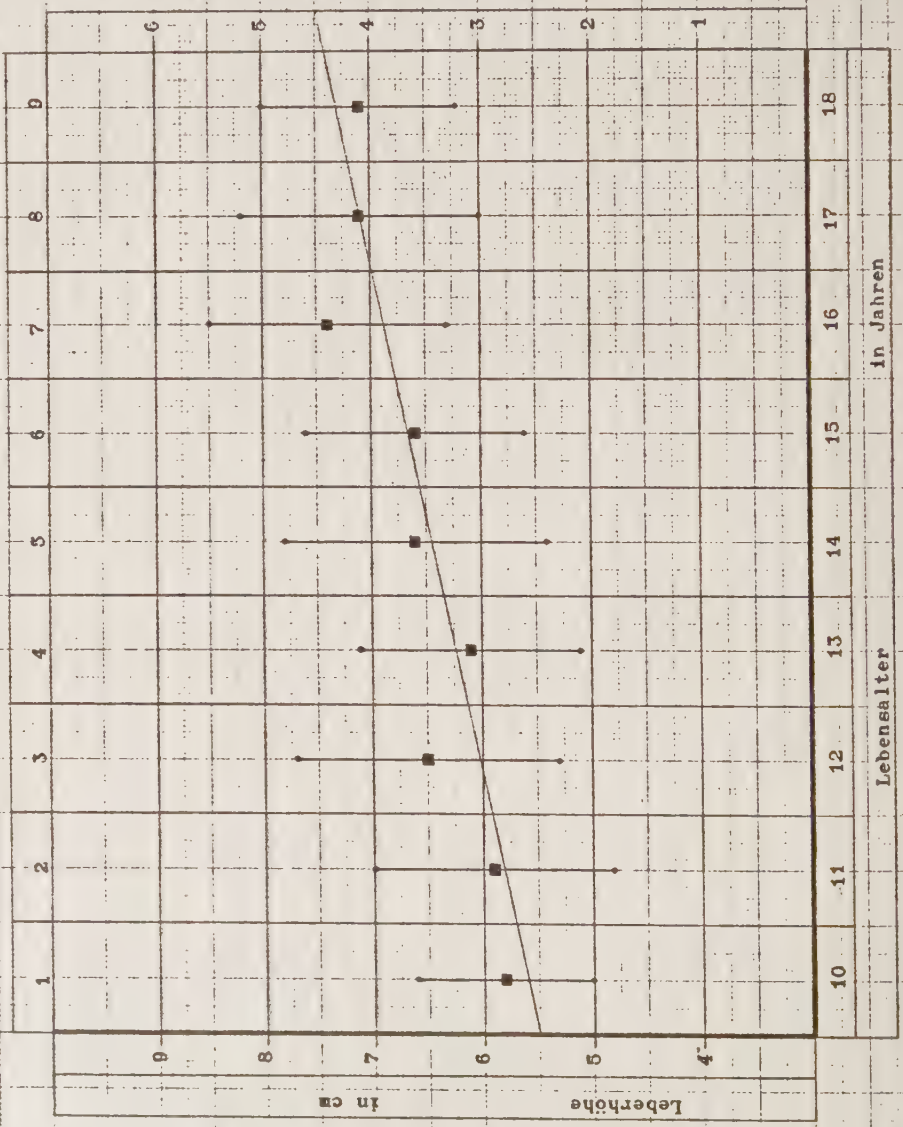

Diagramm Nr. 1
zu Tabelle Nr. 4

A4 210x297 mm
MADE IN GERMANY

Zusammenhang: Leberhöhenveränderung in Abhängigkeit von der Leberhöhe bei Belastung

Anzahl der untersuchten Personen: 449

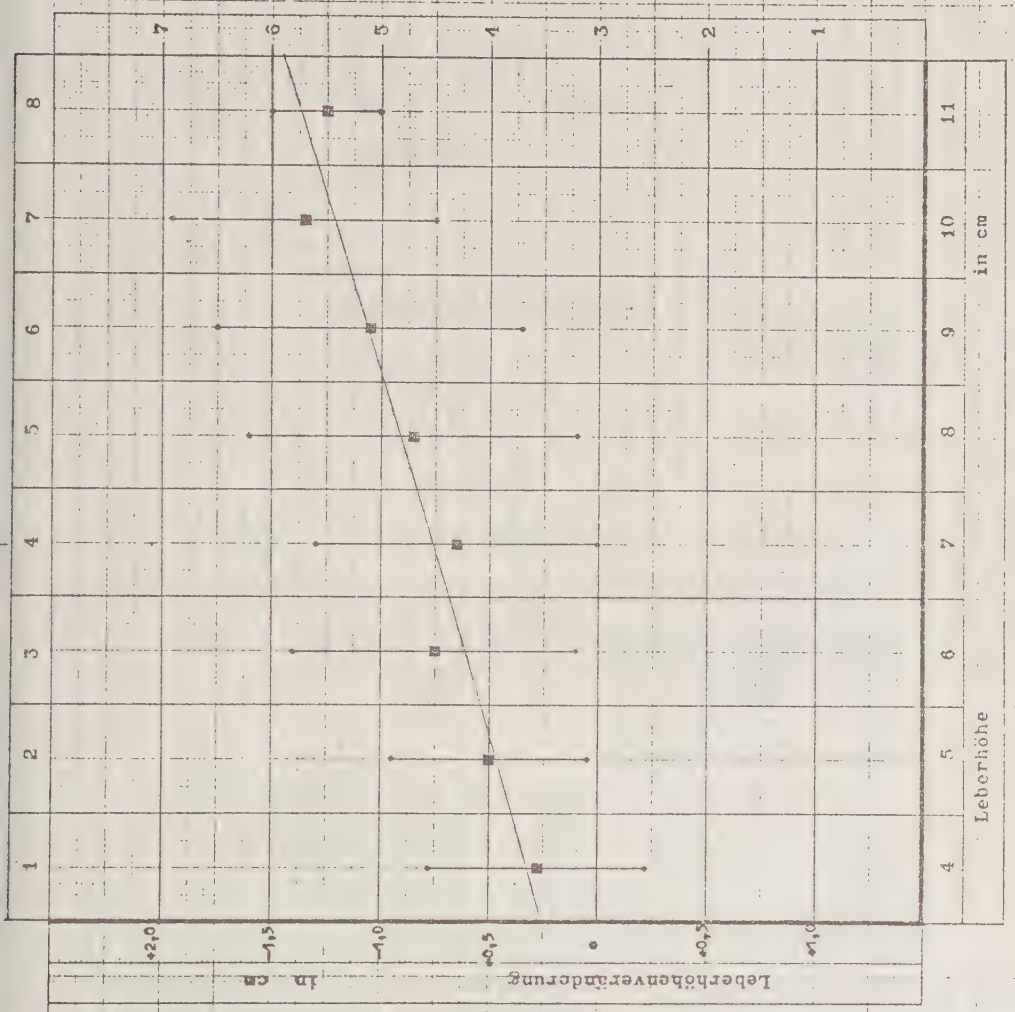

Diagramm Nr. 9

zu Tabelle Nr. 8

Leberhöhe $x = f$ (Körpergröße s)

$x = f (s)$

$x = a \cdot s + m$

$x = 1,8/9 \cdot s + 5,5$

$\underline{x = 0,2\ s \quad + 5,5}$

Leberhöhe $x = f$ (Lebensalter t)

$x = f (t)$

$x = b \cdot t + n$

$\underline{x = 0,22 \cdot t + 5,5}$

Leberhöhenveränderung

$\Delta x = f$ (Leberhöhe x)

$\Delta x = f (x)$

$\Delta x = c \cdot x + r$

$\underline{\Delta x = 0,36 \cdot x + 0,1}$

wobei die unabhängigen Variablen s, t und x nicht mit den absoluten Werten, sondern mit der Gruppenzahl eingesetzt werden müssen.

Da die Beziehungen

Körpergröße und Leberhöhe

Lebensalter und Leberhöhe

und Leberhöhe und Leberhöhenveränderung

als gesichert angesehen werden können, müssen auch die Körpergröße und das Lebensalter in einer Beziehung zur Leberhöhenveränderung stehen.

3.3.2. Einfluß der Körpergröße auf die Leberhöhenveränderung

In der Tabelle Nr. 12 sind auf der Abzisse die Körpergröße

1. Zusammenhang Einfluß der Körpergröße auf die Leberhöhenveränderung bei Belastung (Turnstunde)

1.1. Unabhangige Variable Körpergröße

1.2. Abhangige Variable Lerberhöhenveränderung

2. Untersuchte Gruppe

2.1. Jungen Gymnasium Untere Allee

2.2. Anzahl der untersuchter Personen 150

3. Tabelle

Leberhöhenveränderung in cm										
+1,0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0
+0,5	2	0	0	0	0	0	1	1	1	1
0,0	3	1	0	3	1	3	2	3	7	2
-0,5	4	3	5	1	1	2	5	9	7	8
-1,0	5	2	4	6	4	1	7	8	10	7
-1,5	6	0	1	3	3	1	0	1	3	2
-2,0	7	0	0	0	2	2	0	3	7	3
-2,5	8	0	0	0	0	0	1	0	0	0
-3,0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		140	145	150	155	160	165	170	175	180
		Körpergröße in cm								

4. Ergebnisse

4.1.	chi-Quadrat-Wert	c	= + 5236
4.2.	Freiheitsgrad	F	= 56
4.3.	Wahrscheinlichkeit	p	= 46,4
4.4.	Korrelationskoeffizient	r	= + 0,02
4.5.	Determinationskoeffizient	r^2	= 0,00
4.6.	Nichtlinearer Korrelationskoeffizient	eta	= 0,20
4.7.	Quotient aus r und eta	r/eta	= 0,11

Tabelle Nr. 12

von 140 bis 180 cm in 9 Gruppen mit einem Gruppensprung von 5 cm und auf der Ordinate die Leberhöhenveränderung von + 1,0 cm bis -3.0 cm in 9 Gruppen mit einem Gruppensprung von 0,5 cm aufgetragen. Das dazugehörige Diagramm Nr. 10 stellt die Beziehungen der beiden Größen bildlich dar.

Die statistische Auswertung scheint die oben gemachten theoretischen Überlegungen nicht zu bestätigen, da der Chi-Quadrat-Wert mit c = 52.36 und dem Freiheitsgrad F = 56 zu einer Wahrscheinlichkeit von p = 48,4% führt. Der Signifikanztest ist somit negativ.

Führt man die oben gemachten mathematischen Überlegungen weiter aus und ersetzt in der Gleichung

$$\Delta x = c \cdot x + r$$

durch $x = a \cdot s + m$

so besagt die neue Gleichung

$$\Delta x = c \cdot (a \cdot s + m) + r$$

$$\Delta x = c \cdot a \cdot s + c \cdot m + r$$

in Zahlen

$$\Delta x = 0,36 \cdot 0,2 \cdot s + 0,15 \cdot 5,3 + 0,1$$

$$\Delta x = 0.07 \cdot s + 0,9$$

Bei der Relation zwischen Körpergröße und Leberhöhenveränderung beträgt der Proportionalitätsfaktor $c \cdot a = 0,07$. Bei der relativ großen Streubreite der Untersuchungsergebnisse ist ein derartig kleiner Faktor nicht nachweisbar, obwohl die Abhängigkeit logischerweise existieren muß.

Zusammenhang Einfluß der Körpergröße auf die Leberhöhenveränderung bei Belastung

Anzahl der untersuchten Personen 150

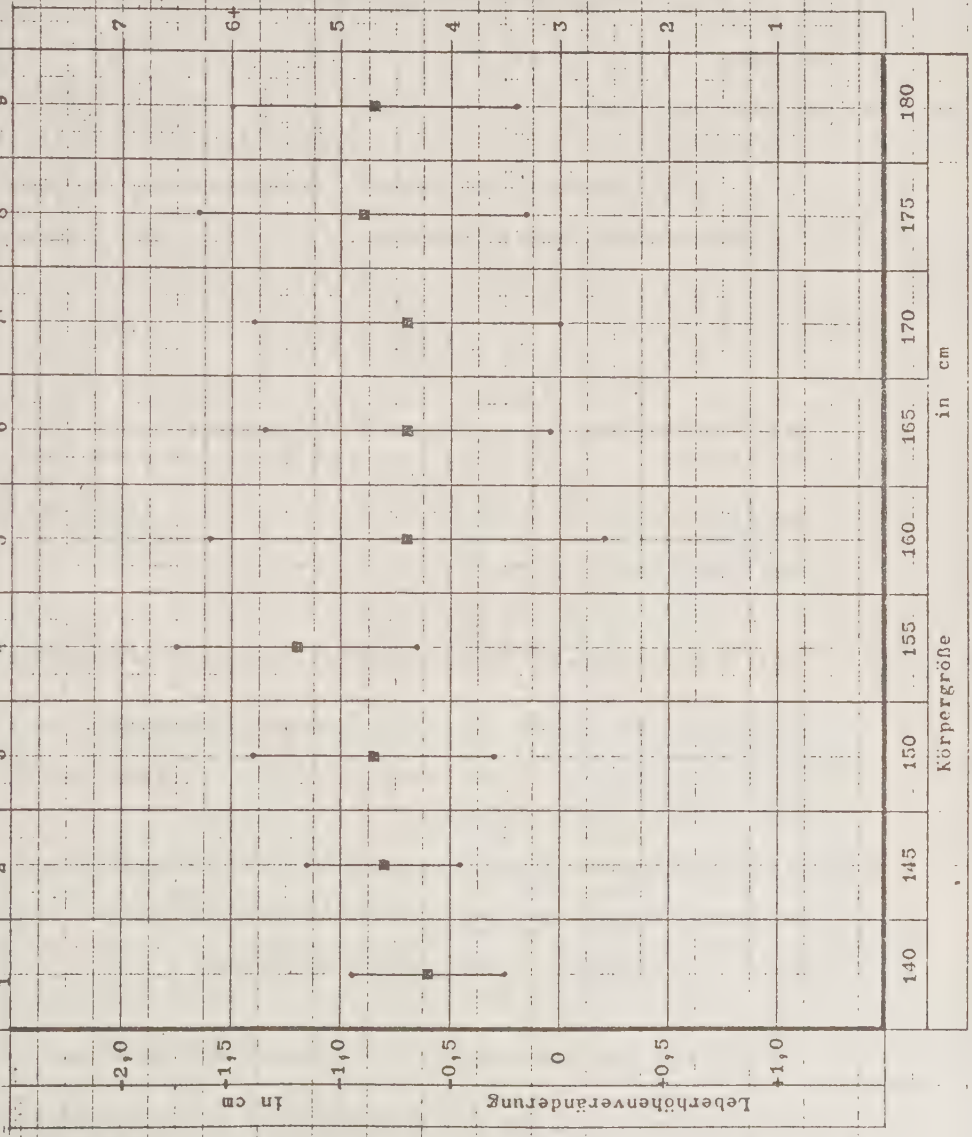

Diagramm Nr. 10

zu Tabelle Nr. 12

3.3.3. Einfluß des Lebensalters auf die Leberhöhenveränderung

In der Tabelle Nr. 13 und dem dazugehörigen Diagramm Nr.11 sind die Meßergebnisse über die Abhängigkeit der Leberhöhenveränderung vom Lebensalter zusammengestellt und die statistische Auswertung bildlich wiedergegeben. Wie im vorhergehenden Fall kann die Statistik keine Abhängigkeit zwischen den Größen nachweisen, die logischerweise bestehen muß und die mathematisch darstellbar ist zu

$$\Delta x = c \cdot x + r$$

$$\Delta x = c \cdot (b \cdot t + n) + r$$

$$\Delta x = c \cdot b \cdot t + c \cdot n + r$$

$$\Delta x = 0{,}15 \cdot 0{,}22 \; t + 0{,}15 \cdot 5{,}5 + 0{,}1$$

$$\Delta x = 0{,}033 \cdot t + 0{,}9$$

Der Faktor von c . b = 0,033 ist mit dem vorliegenden Material nicht nachweisbar.

3.3.4. Einfluß des Körpergewichtes auf die Leberhöhenveränderung

Die Tabelle Nr. 14 mit dem dazugehörigen Diagramm Nr. 12 enthält die Meßergebnisse bezogen auf die Leberhöhenveränderung und das Körpergewicht. Wie unter Punkt 3.2.3. schon festgestellt, kann ein Einfluß des Körpergewichtes auf die Leberhöhe und damit auch auf die Leberhöhenveränderung nicht als gesichert angesehen werden.

3.3.5. Einfluß des Geschlechtes auf die Leberhöhenveränderung

Die Tabellen Nr. 6 und Nr. 7 zeigen, daß im Unterschied zu den Jungen, bei denen sich in 75,5% der Fälle nach Belastung

1. Zusammenhang Einfluß des Lebensalters auf die Leberhöhenveranderung bei Belastung (Turnstunde)

1.1. Unabhängige Variable Lebensalter

1.2. Abhangige Variable Leberhöhenveränderung

2. Untersuchte Gruppe

2.1. Jungen Langenäckerschule und Gymnasium Untere Allee

2.2. Anzahl der untersuchten Personen 353

3. Tabelle

Leberhöhenveränderung in cm										
	+1,0	1	1	0	2	1	0	0	1	0	0
	+0,5	2	0	1	2	2	3	0	1	2	1
	0,0	3	7	9	4	11	11	5	9	5	5
	-0,5	4	7	9	6	13	17	17	7	7	3
	-1,0	5	13	7	8	12	9	13	18	12	4
	-1,5	6	4	2	6	11	10	6	7	5	3
	-2,0	7	1	1	0	2	8	3	9	3	3
	-2,5	8	0	0	0	1	0	0	3	0	0
	-3,0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
			10	11	12	13	14	15	16	17	18
			Lebensalter in Jahren								

4. Ergebnisse

4.1.	chi-Quadrat-Wert	c	= + 64,35
4.2.	Freiheitsgrad	F	= 56
4.3.	Wahrscheinlichkeit	p	= 79,0 %
4.4.	Korrelationskoeffizient	r	= + 0,14
4.5.	Determinationskoeffizient	r^2	= 0,02
4.6.	Nichtlinearer Korrelationskoeffizient	eta	= 0,16
4.7.	Quotient aus r und eta	r/eta	= 0,76

Tabelle Nr. 13

Zusazmenhang Einfluß des Lebensalters auf die Leberhöhenveränderung bei Belastung

Anzahl der untersuchten Personen 353

Diagramm Nr. 11

zu Tabelle Nr. 13

1. Zusammenhang Einfluß des Körpergewichtes auf die Leberhöhenveränderung bei Belastung (Turnstunde)

1.1. Unabhangige Variable Körpergewicht

1.2. Abhangige Variable Leberhöhenveranderung

2. Untersuchte Gruppe

2.1. Jungen Langenäckerschule und Gymnasium Untere Allee

2.2. Anzahl der untersuchter Personen 315

3. Tabelle

Leberhöhenveränderung in cm										
	+1,0	1	1	0	0	1	2	1	0	o	0
	+0,5	2	1	1	1	1	0	1	0	3	0
	0,0	3	6	7	6	8	2	5	10	7	0
	-0,5	4	10	13	4	10	5	12	10	12	0
	-1,0	5	19	12	6	10	10	15	8	12	0
	-1,5	6	8	6	5	4	9	8	5	5	0
	-2,0	7	0	4	3	1	6	7	3	3	0
	-2,5	8	0	0	0	1	2	2	2	1	0
	-3,0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
			40	45	50	55	60	65	70	75	80
			Körpergewicht in kg								

4. Ergebnisse.

4.1.	chi-Quadrat-Wert	c	= + 48,16
4.2.	Freiheitsgrad	F	= 49
4.3.	Wahrscheinlichkeit	p	= 50,0
4.4.	Korrelationskoeffizient	r	= + 0,02
4.5.	Determinationskoeffizient	r^2	= 0,00
4.6.	Nichtlinearer Korrelationskoeffizient	eta	= 0,21
4.7.	Quotient aus r und eta	r/eta	= 0,11

Tabelle Nr. 14

Zusammenhang | Einfluß des Körpergewichtes auf die Leberhöhenveränderung bei Belastung

Anzahl der untersuchten Personen 315

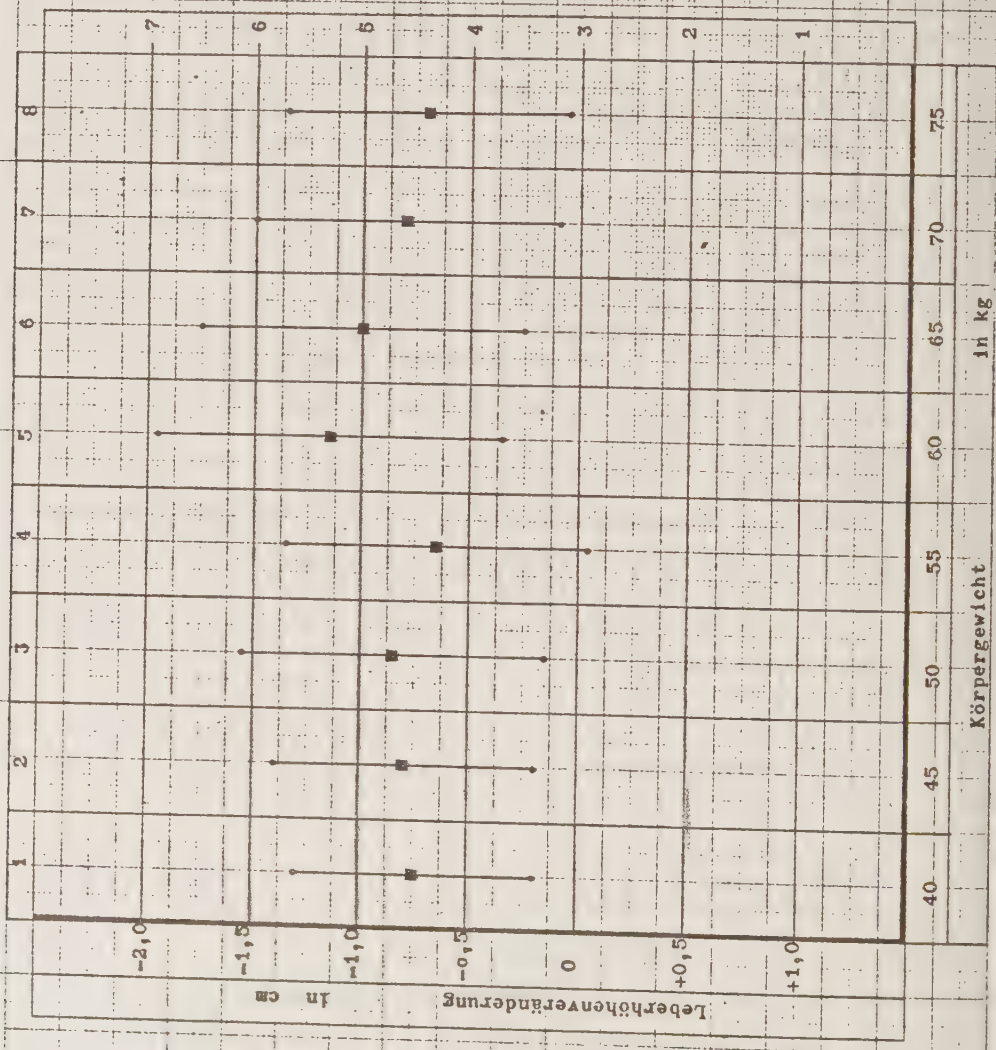

Diagramm Nr. 12

zu Tabelle Nr. 14

eine Leberhöhenverkleinerung eingestellt hat, die Untersuchungsergebnisse bei den Mädchen anders liegen. Nur in 68,4% der Fälle ist eine Leberverkleinerung eingetreten. Dagegen überwiegt der Prozentsatz der Schülerinnen, bei denen keine Veränderung der Leberhöhe gemessen worden ist. Er liegt bei 23,7%, während der vergleichbare Wert bei den Jungen bei 18,9% steht. Auch die Leberhöhenvergrößerung ist gegenüber den Jungen bei den Mädchen um 2,2% höher.

Wegen der geringen Anzahl der Mädchen ist es nicht möglich, die gefundenen Ergebnisse näher zu deuten oder statistisch weiter auszuwerten. Es ist nicht möglich, mit der entsprechenden Sicherheit die Frage zu beantworten, ob bei Mädchen eine geringere Leberhöhenverkleinerung auftritt als bei Jungen.

Eine Erklärung für die Differenzen der Ergebnisse kann darin liegen, daß die Belastung bei den Mädchen zu gering gewesen ist. Maßgeblich für die geringe Beanspruchung ist einerseits die Klassengröße gewesen, die bei ca. 60 Kindern gelegen hat, und andererseits die kurze Dauer der Turnstunde, bei der nur ca. 30 Minuten für die körperliche Betätigung zur Verfügung gestanden haben.

3.3.6. Einfluß des Körperbaus auf die Leberhöhenveränderung

Da der Parameter, Konstitutionstyp, erst im Laufe der Untersuchungen hinzugezogen worden ist, stehen zu dieser Betrachtung nur 142 Probanden zur Verfügung. Mit dieser geringen Anzahl ist eine gesicherte statistische Aussage nicht möglich.

Leber höhen- veränd.	Leptosome		Pykniker		Athleten		Mischtypen	
x	n	%	n	%	n	%	n	%
+ 0,5	0	0,0	0	0,0	1	2,3	0	0,0
0,0	7	13,7	3	11,1	11	25.0	4	20.0
- 0,5	11	21,6	10	37,1	8	18,2	4	20,0
- 1.0	14	27,5	6	22,2	11	25,0	7	35.0
- 1,5	15	29,4	5	18,5	7	15,9	3	15.0
- 2.0	4	7,8	3	11,1	6	13,6	2	10.0
Su	51	100,0	27	100,0	44	100,0	20	100,0

Tabelle 15

In der obenstehenden Tabelle Nr. 15, die bildlich im Diagramm Nr. 13 wiedergegeben ist, sind die Leberhöhenveränderungen bei den verschiedenen Konstitutionstypen dargestellt. Die stärkste Verkleinerung der Leberhöhe zeigen die Leptosomen mit 29,4% um - 1,5 cm und mit 27,5% um - 1 cm. Bei den meisten Pyknikern (37,1%) dagegen tritt nur eine Leberhöhenveränderung um - 0,5 cm auf. Die Kurve der Athleten zeigt zwei Spitzen, nämlich bei 0 und - 1 cm und bei den Mischtypen liegt das Maximum bei - 1 cm.

Da bei dem Alter der Kinder und Jugendlichen der Konstitutionstyp häufig noch nicht ausgeprägt ist, können keine genauen Aussagen gemacht werden. Vor allem der athletische Habitus ist beim Kind noch nicht deutlich unterscheidbar, deshalb sind in dem Diagramm Nr. 14 nur die Leberhöhenwerte

Einfluß des Körperbaus auf die Leberhöhenveränderung

Diagramm Nr. 13
zu Tabelle Nr. 15

Leberhöhe und Leberhöhenveränderung bei Leptosomen und Pyknikern

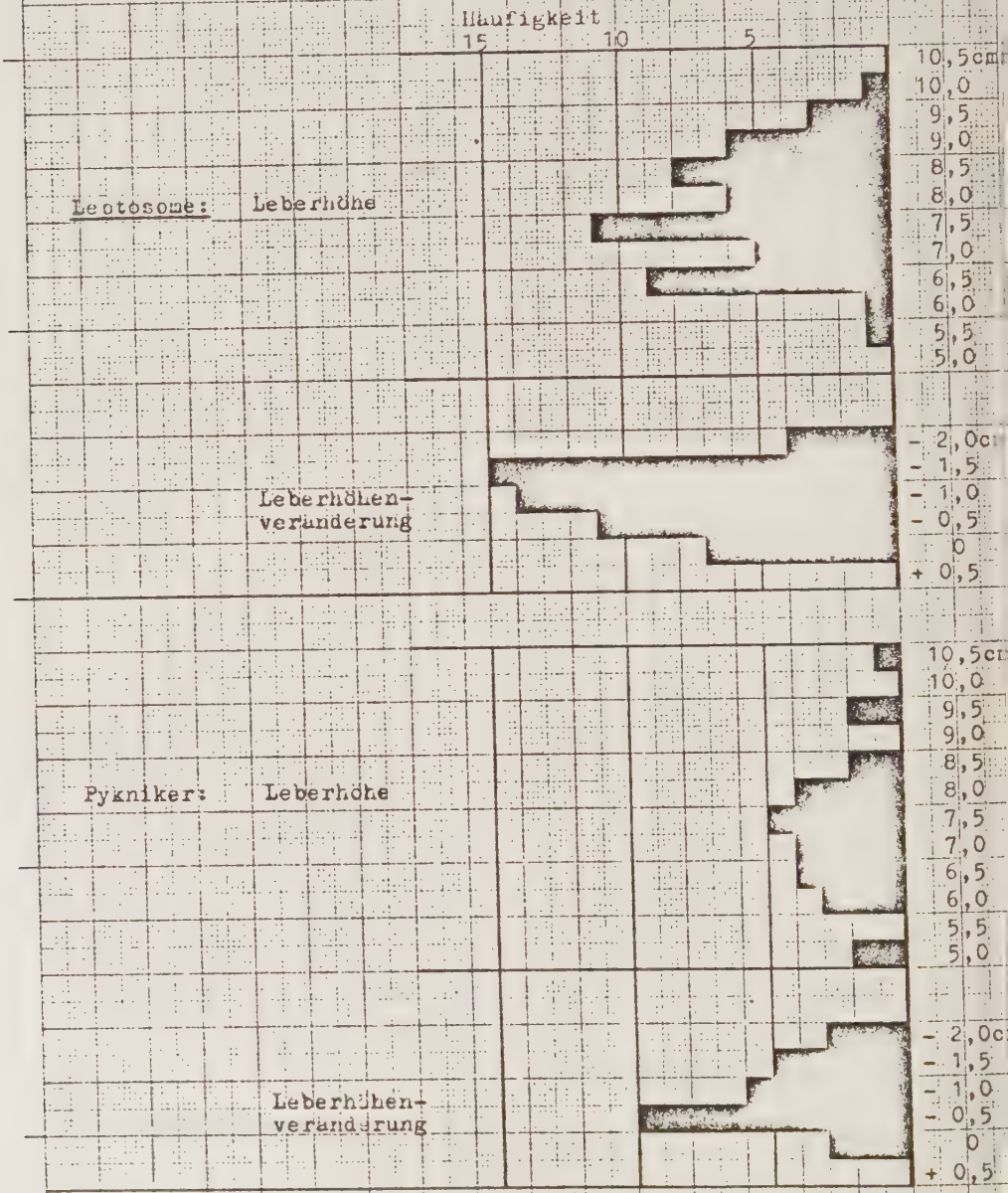

Diagramm Nr. 14

MADE IN GERMANY

und die Leberhöhenveränderungen der Leptosomen und der Pykniker dargestellt. Dabei zeigen die Leptosomen und auch Pykniker bei einer Leberhöhe von 7 cm die höchste Prozentzahl. Aber bei etwa 88% der Leptosomen sind die Leberhöhenwerte zwischen 6 und 8,5 cm, während sie bei den Pyknikern in etwa 70% der Fälle zwischen 5,5 und 7,5 cm liegen. Somit zeigen die Pykniker im Durchschnitt niedriger liegende Leberhöhenwerte als die Leptosomen und dementsprechend geringere Leberhöhenveränderung. Dieser Zusammenhang ist unter 3.3.1. bereits als gesichert nachgewiesen worden.

Ein weiterer Grund für die größere Leberhöhenveränderung der Leptosomen muß wohl auch darin gesehen werden, daß ihre Konstitution geringere Breiten- und Tiefenentwicklung besitzt. Mit der Annahme, daß die Verkleinerung der Leberhöhe nach körperlicher Anstrengung auf eine erhöhte Blutvolumenabgabe aus dem Blutdepot der Leber zurückzuführen ist, kann bei unterschiedlicher Form der Leber, selbst wenn ein gleich hohes Blutvolumen abgegeben wird, eine geringere meßbare Leberhöhenverkleinerung mittels Perkussion und Kratzauskultation festgestellt werden.

3.3.7. Einfluß des Untersuchungszeitpunktes

Nachdem schon zahlreiche Untersuchungen in den Schulen durchgeführt worden waren, ist aufgefallen, daß die Leberhöhenverkleinerung im Durchschnitt in der 1. und 4. Schulstunde, also zu Schulbeginn und nach der großen Pause, geringer gewesen ist als in den übrigen Turnstunden. Es ist voraussichtlich darauf zurückzuführen, daß für manche Schüler der Weg zur Schule bereits eine bedeutende Anstrengung darstellt.

so legt z.B. ein Schüler täglich einen Weg von acht Kilometer mit dem Fahrrad zurück, um zur Schule zu gelangen. Die jüngeren Schüler, die meistens eine Viertelstunde vor Schulanfang eingetroffen sind, haben sich auf dem Schulhof schon ziemlich stark ausgetobt, so daß sie bereits naß geschwitzt zu Beginn der Turnstunde zur Untersuchung gekommen sind. In der großen Pause hat das Spielen auf dem Schulhof eine entsprechende Anstrengung dargestellt. In diesen Fällen ist voraussichtlich bereits vor der Untersuchung eine Leberhöhenverkleinerung eingetreten. In der Turnstunde trat noch eine weitere Verkleinerung der Leberhöhe ein. Jedoch ist diese Veränderung geringer gewesen, als bei den Schülern, die vor der Turnstunde keiner körperlichen Anstrengung ausgesetzt gewesen sind. Diese Beobachtungen sind nicht mit Meßergebnissen belegt, da die Schüler in dieser Richtung nicht im einzelnen befragt worden sind.

4. Diskussion

4.1. Reproduzierbarkeit der Untersuchungsmethoden zur Bestimmung der Leberhöhe

Die ersten systematischen Untersuchungen der Leberhöhe bei Kindern sind von Sachtleben und Rüter ( ) und Rüter ( ) durchgeführt worden. Es erhebt sich die Frage, wie weit die dabei erhobenen Befunde durch die vorliegende Untersuchung bestätigt werden können.

Wie unter 3.2. dargestellt, hat sich ein eindeutig gesicherter Zusammenhang zwischen Körpergröße und Leberhöhe gezeigt, wie er auch von den oben zitierten Autoren gefunden worden ist.

Es ist aber bemerkenswert, daß die absoluten Werte der Leberhöhe bei der hier vorliegenden Untersuchung niedriger liegen als bei Sachtleben und Rüter. Für 10 bis 11-jährige Kinder hat sich ein Mittelwert von 5,8 cm, für 14 bis 15-jährige 6,7cm ergeben, während der Mittelwert bei den Vorautoren 7,3 bzw 8,8 cm betragen hat. Der Zwei- Sigma Bereich liegt bei dieser Untersuchung bei 1,6 bzw 2,0 cm; damals ist er mit 2,5 bzw 5,5 cm ermittelt worden. Diese Differenzen sind zu erklären mit Unterschieden in der individuellen Untersuchungtechnik, nicht jedoch mit einer Unsicherheit der Methode selbst.

In der haematologischen Ambulanz der Universitäts - Kinderklinik Homburg werden seit vier Jahren die Leberhöhen an denselben Patienten regelmäßig bestimmt. Es handelt sich hier nicht selten um Kinder, die über

Monate und Jahre immer wieder untersucht werden. Hierbei hat sich eine Konstanz der bei einem Kind erhobenen Werte ergeben, die so sicher ist, daß eine Vergrößerung der Leber zum Beispiel bei Leukaemiekranken als früher Hinweis auf das neu eintretende Rezidiv gewertet werden kann. (Persönliche Mitteilung von Herrn Prof. Dr. Sachtleben.)

4.2. Veränderung der Leberhöhe nach körperlicher Belastung

Der Anlaß dieser Untersuchung ist die Frage gewesen, wie sich die Leberhöhe unter körperlicher Belastung verhält. Hierfür gibt das gewonnene Material eine eindeutige Antwort: Die Leberhöhe verringert sich.

Dieser Befund ist sowohl nach definierter Belastung auf einem Fahrradergometer, als auch nach der recht unterschiedlichen Belastung durch eine Turnstunde oder durch das Toben im Kindergarten erhoben worden. Wie schon erwähnt, kann bei der großen Zahl der untersuchten Kinder nicht von einem homogenen Ausgangsmaterial gesprochen werden. Manche Kinder haben schon vor der Turnstunde herumgetobt oder sich angestrengt, zum Beispiel durch die Fahrt zur Schule mit dem Fahrrad. Andere wiederum haben die Turnstunde nur lässig mitgemacht. Die körperliche Anstrengung ist in den einzelnen Stunden auch verschieden hoch gewesen. Dennoch zeigt neben weiteren Parametern die überwiegende Zahl der Untersuchten eine Verkleinerung der Leberhöhe um etwa 10% bei körperlicher Belastung.

Die Ursache ist in der zentralen Stellung der Leber im Kreislaufsystem zu suchen. Sie stellt ein dem Herzen vorgelagertes Blutreservoir dar.

REIN (6) spricht bereits 1944 von einer Abhängigkeit zwischen dem Energieumsatz im Herzmuskel und "übrigem Organismus". Er deutet weiterhin an, daß das Herz, da es nicht die Möglichkeit zu einer längeren Regenerationsphase hat, andere Organe in Anspruch nehmen muß, und meint, daß die Leber in erster Linie als ein derartiges Organ in Frage käme.

Arbeitsversuche von PREISIG (5) haben gezeigt, daß die Muskeldurchblutung in erster Linie auf Kosten der Leberdurchblutung geht und das splanchnische Blutvolumen verringert wird. Diese Fähigkeit erklärt er mit der Pufferfunktion der Splanchnicusgefäße, die es ermöglicht, Fluß und Volumen in der Leber unabhängig voneinander zu regulieren.

BRAUN und SCHMITT (1) stellten bei ihren Untersuchungen fest, daß beim Übergang von der liegenden zur stehenden Körperhaltung eine temporäre Reduzierung der hepatalen Durchblutung eintritt. Sie führen dies auf eine Stase im Splanchnicusgebiet zurück.

Aus diesen Ergebnissen ist es verständlich, daß es durch eine körperliche Belastung zu einer Verminderung der Leberhöhe kommt. Wenn vor der ersten Untersuchung bereits eine stärkere körperliche Betätigung erfolgt ist, zeigt die Leberhöhe nur eine geringe Verminderung. Dies ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß die

temporäre Reduzierung der Leberdurchblutung bereits eingeleitet worden ist. Ab einer gewissen Belastungshöhezeigt sich keine weitere Verminderung der Leberhöhe mehr. Nach einer Ruhepause in liegender Körperhaltung kann die ursprüngliche Leberhöhe wieder festgestellt werden.

5. Zusammenfassung

Das Ziel dieser Arbeit ist es, die Veränderung der Leberhöhe bei körperlicher Belastung festzustellen. Hierzu ist die Leberhöhe von 587 gesunden Kindern und Jugendlichen vor und nach körperlicher Belastung mittels Perkussion und Kratzauskultation bestimmt worden. Die gewonnenen Werte sind mit Hilfe einiger Parameter wie Körpergewicht, Alter und Körpergröße statistisch ausgewertet worden.

Im Kindergarten sind die Untersuchungen vor und nach dem Spielen, in der Volksschule und dem Jungengymnasium vor und nach der Turnstunde durchgeführt worden. Da die körperliche Anstrengung der Schüler deutlich variiert hat, ist eine weitere Untersuchungsreihe mit einem Fahrradergometer vorgenommen worden, um eine definierte Belastung zu erzielen. Nach Mellerowicz scheint die Verwendung absolut gleicher submaximaler Leistung für vergleichende Untersuchungen im Kindesalter wenig geeignet zu sein. Daher ist die geforderte Leistung auf das Körpergewicht bezogen worden und alle

Probanden sind mit gleicher Leistung pro kg Körpergewicht belastet worden.

Der Zusammenhang zwischen den Variablen Körpergröße und Leberhöhe hat sich als linear herausgestellt. Auch Rüter hat ein proportionales Wachstum des Organs bezogen auf die Gesamtzunahme des Körpers vom sechsten Lebensjahr an gefunden.

Die statistische Überprüfung einer Abhängigkeit der Leberhöhe vom Körpergewicht hat keine Proportionalität der Variablen ergeben. Nach Rüter nehmen hingegen meßbare Leberhöhe und Körpergewicht annähernd parallel zu. Ein nichtlinearer Zusammenhang zwischen Leberhöhe und Körpergewicht ist verständlich, da bei Probanden gleicher Körpergröße und gleichem Lebensalter aber unterschiedlichem Konstitutionstyp das Körpergewicht erheblich variieren kann.

Nach körperlicher Anstrengung hat sich bei 75,5% der untersuchten Jungen und bei 68,4% der untersuchten Mädchen eine Verkleinerung der Leberhöhe feststellen lassen.

Die Belastungsart hat keinen nachweisbaren Einfluß auf die Größe der Leberhöhenveränderung ausgeübt.

Mittels statistischer Auswertung hat sich ein gesicherter Zusammenhang zwischen der Größe der Leberhöhenveränderung und der Leberhöhe bei körperlicher Belastung gezeigt.

Da zwischen Körpergröße und Leberhöhe einerseits und Lebensalter und Leberhöhe andererseits ein gesicherter linearer Zusammenhang besteht, muß logischerweise auch eine Beziehung zwischen der Leberhöhenveränderung und dem Lebensalter bzw der Körpergröße vorhanden sein. Die Abhängigkeit zwischen den Größen läßt sich mit dem vorliegenden statistischen Material nicht nachweisen, da einerseits die Abhängigkeit minimal und andererseits die Streubreite der Meßwerte zu groß ist. Der Korrelationskoeffizient r geht gegen Null.

Auf die Frage, welchen Einfluß das Geschlecht auf die Leberhöhenveränderung ausübt, kann keine exakte Antwort gegeben werden, denn die gewonnenen Werte der untersuchten Mädchen können mit denen der Jungen nicht gut verglichen werden, da deren Zahl etwa fünfmal so hoch ist.

Über den Einfluß des Konstitutionstyp auf die Größe der Leberhöhenveränderung kann keine gesicherte Aussage gemacht werden, obwohl festgestellt worden ist, daß die Leptosomen die stärkste Verkleinerung der Leberhöhe und die Pykniker die geringste Veränderung der Leber gezeigt haben. Dieses Ergebnis ist aus der Lage der Leber im Körper und der mittels Kratzauskultation gewonnenen Leberhöhe leicht verständlich.

Hinsichtlich der Untersuchungszeitpunkte ist aufgefallen, daß in der ersten Schulstunde und nach der großen Pause die Leberhöhenverkleinerung im Durchschnitt geringer gewesen ist. Wahrscheinlich ist dies darauf zurückzuführen, daß die körperliche Anstrengung vorher

höher gewesen ist als normalerweise, und dadurch bereits eine Verkleinerung stattgefunden hat.

Die hier vorliegende Arbeit hat nachgewiesen, daß die Leber sich bei körperlicher Belastung verkleinert. Um jedoch eine präzise Angabe darüber zu machen, wie hoch die abgegebene Menge Blut der Leber ist, müßte ein einheitliches Kollektiv unter möglichst gleichen Bedingungen untersucht werden.

Literaturverzeichnis

1. BRAUN,H. und SCHMITT,W. — Das Splenoportogramm unter besonderer Berücksichtigung desPfortaderkreislaufs 4. Lebertagung der Sozialmedi ziner Bad Mergentheim (1965)

2. HOLLDACK,K. — Lehrbuch der Auskultation und Perkussion Georg Thieme Verlag, Stuttgart, (1967)

3. LINKE,P.G. — Besonderheiten der körperlichen Leistungsfähigkeit im Kindes- und Jugendalter Physiolog. Inst. der Martin-Luther-Universität, Halle - Wittenberg (1964)

4. MELLEROWICZ,H. — Ergometrie Verlag von Urban und Schwarzenberg, München - Berlin (1962)

5. PREISIG,R. — Die Messung und Bedeutung der Leberhämodynamik Schweiz. Med.Wschr. 97 (1967) 1289-1292

6. REIN,F.H. — Über physiologische Beziehungen zwischen der Leber und dem Energiestoffwechsel des Herzens Veröffentlichung des deutchen wissenschaft: Inst. Stockholm, Reihe IV: Medizin und Veterinärmedizin Nr.1 (1944)

7. RÜTER,O. Die klinisch feststellbare Lebergröße und ihre Veränderung im Laufe der Kindheit
Inauguraldissertation der med. Fakultät der Universität des Saarlandes (1968)

8. SACHS,L. Statistische Auswertungsmethoden
Springer-Verlag, Berlin (1968)

9. SACHTLEBEN,P. und RÜTER,O. Die Lebergröße: Moderne Methoden der klinischen Bestimmung und Normalwerte für Kinder
Praxis 57, Nr. 48, 1696-1699 (1968)

10. VOGT,D. Somatogramm für Knaben, Somatogramm für Mädchen, Deutscher Ärzteverlag Köln-Berlin

Herrn Professor Dr. med. J. B. Mayer, dem Direktor der Kinderklinik der Universität des Saarlandes, danke ich für die Möglichkeit, die Voruntersuchungen an seiner Klinik durchführen zu können. Ganz besonders gilt mein Dank Herrn Professor Dr. med. P. Sachtleben für die Themenstellung und die Anleitung, vor allem für seine Unterstützung und Förderung.
Ferner bin ich Herrn Professor Dr. Dr. J. Rutenfranz, Justus-Liebig-Universität Gießen, für seine Anregungen sehr verbunden. Herrn Rektor Röschel, Direktor der katholischen Langenäckerschule in Homburg - Erbach, Herrn Oberstudiendirektor Christmann, Direktor des Jungengymnasiums Untere Allee in Homburg, und seinem Stellvertreter Herrn Studiendirektor Seiler danke ich, daß sie mir die Versuchsdurchführung ermöglichten.

L E B E N S L A U F

Wiltrud Maria Schillo, geb. Schirra

geb. am 9.6.1943

in Völklingen/Saar

Eltern Walter Schirra, kfm. Prokurist, vermißt 1945
Maria, geb. Neu

Bruder Gerd, Dr. rer. pol.

Ehemann Klaus Schillo, Dipl.-Ing.

Kinder Axel Walter 15.1.1972
Sonja 23.2.1974

Schule Herbst 1949 bis Herbst 1954
Volksschule in Völklingen/Saar

Herbst 1954 bis Ostern 1964
Staatliches Mädchengymnasium Völklingen/Saar
Reifeprüfung vom 10. 3.1964

Studium SS 1964 bis SS 1967
Medizinische Fakultät der Universität des Saarlandes
Naturwissenschaftliche Vorprüfung vom 3.5.1965
Ärztliche Vorprüfung vom 22.7.1967

WS 1967/68
Universität Innsbruck

SS1968
Universität Wien

WS 1968/69 bis WS 1970/71
Medizinische Fakultät der Universität des Saarlandes
Staatsexamen vom 18.3.1971

Medizinalassistentenzeit vom 1.5.1971 bis 15.7.1972
Krankenanstalten Neuss - Lukaskrankenhaus -
Approbation vom 27.11.1972